edáfica
suelos y medio ambiente



DELIMITACIÓN DE LOS HUMEDALES DE QUEULE E IDENTIFICACIÓN ÁREAS PRIORITARIAS A RESTAURAR PARA LA CUENCA DEL RÍO QUEULE

INFORME FINAL

422-AGA-20-7-241

REV-0

6/DIC/2021

DELIMITACIÓN DE LOS HUMEDALES DE QUEULE E IDENTIFICACIÓN ÁREAS PRIORITARIAS A RESTAURAR PARA LA CUENCA DEL RÍO QUEULE

422-AGA-20-7-241

INFORME DE FINAL
REV-0

6/DIC/2021

Tabla de Contenidos

1 ANTECEDENTES 5
1.1 Introducción 5
2 Objetivos del estudio 7
2.1 Objetivo General 7
2.2 Objetivos Específicos de esta etapa 7
3 METODOLOGÍA 8
3.1 Revisión de Instrumentos de Planificación Territorial 8
3.2 Revisión de información de la infraestructura ecológica planificada de la región de La Araucanía ... 8
3.3 Metodología de Evaluación de las Oportunidades de Restauración (ROAM) para identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca 9
3.3.1 Antecedentes y aplicabilidad de ROAM al territorio de Queule 9
3.3.2 Recolección de información social 11
3.3.3 Análisis Multicriterio 14
3.4 Definición de Áreas prioritarias para restaurar en la cuenca del río Queule 18
3.4.1 Recolección y generación de información base 18
3.4.2 Generación de cartografía por objetivo de restauración 19
4 RESULTADOS 22
4.1 Revisión de Instrumentos de Planificación Territorial 22
4.1.1 IPT de escala comunal 22
4.1.2 IPT de escala regional 24
4.1.3 IPT de escala nacional 27
4.2 Revisión de información de la infraestructura ecológica planificada de la región de La Araucanía . 29
4.2.1 Resultados de la Etapa de Inventario 29
4.2.2 Resultados de la Etapa de Evaluación Ecológica 30

4.2.3 Resultados de la Etapa Concepto Rector 34
4.3 Aplicación de la metodología de Evaluación de las Oportunidades de Restauración (ROAM) para identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca 36
4.3.1 Valoración social 36
4.3.2 Análisis Multicriterio 44
4.4 Áreas prioritarias para restaurar en la cuenca del río Queule 44
4.4.1 Información base 44
4.4.2 Cartografía por objetivo de restauración con enfoque de cuenca 56
4.4.3 Cartografía Áreas prioritarias de restauración 75
4.5 Acciones de manejo recomendadas 77
4.5.1 Cobertura 1 – Humedal palustre emergente temporal 1 77
4.5.2 Cobertura 2 – Humedal palustre emergente temporal 2 78
4.5.3 Cobertura 3 – Pitrantos 79
4.5.4 Cobertura 4 – Anillos Pitrantos 80
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 81
6 REFERENCIAS 83

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Objetivos de restauración evaluados desde el ámbito social 12
Cuadro 2. Muestra Panel de Entrevistas Individuales 13
Cuadro 3. Métodos de análisis multicriterio evaluados. 15
Cuadro 4. Cuadro de valoración de objetivos de restauración para análisis multicriterio. 16
Cuadro 5. Estimación de variables SIG 17
Cuadro 6. Valoración de servicios ecosistémicos según Uso/Cobertura de suelo, realizada por panel experto (profesionales de área ambiental y social de Edáfica para el presente estudio de identificación de áreas prioritarias de restauración de humedales de Queuele) 20
Cuadro 7. Ámbitos PLADECO Toltén (2017) 24
Cuadro 8. Humedales de la Región de La Araucanía que forma parte del Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 – 2022 27
Cuadro 9. Criterios para el Inventario de la Biodiversidad 29
Cuadro 10. Funciones ecosistémicas utilizadas para estimar los servicios ecosistémicos en la planificación ecológica. 30
Cuadro 11. Superficie de Objetivo Ambiental Zonificado (OAZ) para Sitio prioritario Humedales de Queule 34
Cuadro 12. Síntesis análisis general 37
Cuadro 13. Elementos clave para orientar las áreas a restaurar en los humedales de Queule 39
Cuadro 14. Resultado análisis multicriterio. Ponderadores para cartografía Análisis integrado. 44
Cuadro 15. Superficies de usos y coberturas de suelo 46
Cuadro 16. Superficie de humedales 46
Cuadro 17. Superficies de humedales temporales con uso de suelo agrícola o ganadero 56
Cuadro 18. Superficies objetivo de restauración 3 por microcuenca 62
Cuadro 19. Valoración según tipo de humedal o uso del suelo en sectores priorizados 75
Cuadro 20. Áreas prioritarias para restauración, subcuenca de Queule 75
Cuadro 21. Humedal temporal 1 – acciones de manejo. 77
Cuadro 22. Humedal temporal 2 – acciones de manejo. 78
Cuadro 23. Pitrantos – acciones de manejo. 79
Cuadro 24. Anillos Pitrantos – acciones de manejo. 80

Índice de Figuras

Figura 1. Metodología ROAM ajustada para la identificación de áreas prioritarias para la restauración. 10
Figura 2. Proceso de análisis multicriterio para la identificación de áreas prioritarias para la restauración. 14
Figura 3. Proceso para la generación de cartografía base de servicios ecosistémicos. 19
Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de áreas prioritarias de restauración en la cuenca del río Queule 21
Figura 5. Gestión por territorios de la ERD[2] 25
Figura 6. Superficie Protegida de Humedales a Nivel Regional 28

Figura 7. Mapa de Sensibilidad de la Biodiversidad región de La Araucanía, detalle comuna de Toltén. 32
Figura 8. Mapa de Sensibilidad de los servicios ecosistémicos de la región de La Araucanía, detalle de la comuna de Toltén. 33
Figura 9. Sitio Prioritario Humedales de Queule 35
Figura 10. Cartografía de áreas prioritarias según instrumentos de investigación social (entrevistas a actores locales)..... 42
Figura 11.Esquema de relación de información base con definición de áreas prioritarias para la restauración. 45
Figura 12. Mapa de usos y coberturas de suelo 47
Figura 13. Mapa de usos y coberturas de suelo, aproximación a humedales de Queule..... 48
Figura 14. Cuociente de antropización de microcuencas de Queule y Toltén bajo..... 49
Figura 15. Mapa de Humedales de la cuenca del río Queule..... 51
Figura 16. Sección perimetral de 30 m desde parches de pitranto 52
Figura 17. Distribución de tamaño de parches de pitrantos 53
Figura 18. Anillo de restauración de humedales intermareales y ribereños 54
Figura 19. Distribución de drenes artificiales en la cuenca de Queule 55
Figura 20. Objetivo de restauración 1. Mejorar la resistencia y la productividad de áreas vulnerables..... 57
Figura 21. Cartografía del objetivo de restauración 1: Mejorar la resistencia y productividad de áreas vulnerables 58
Figura 22. Objetivo de restauración 2. Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuencas..... 60
Figura 23. Cartografía objetivo de restauración 2, Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuenca..... 61
Figura 24. Objetivo de restauración 3. Detener y, en la medida de lo posible, revertir la degradación continua de la tierra 63
Figura 25. Cartografía objetivo de restauración 3, Detener y revertir la erosión continua de la tierra 64
Figura 26. Objetivo de restauración 4. Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas 66
Figura 27. Cartografía objetivo de restauración 4, Mejora de flujos de ingresos para habitantes 67
Figura 28. Objetivo de restauración 5. Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas..... 69
Figura 29. Cartografía objetivo de restauración 5, Conservar la biodiversidad, hábitats y conexiones ecológicas 70
Figura 30. Cartografía objetivo de restauración 6, Restaurar sistemas naturales de protección costera..... 71
Figura 31. Objetivo de restauración 7. Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales..... 73
Figura 32. Cartografía objetivo de restauración 7, Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos 74
Figura 33. Superficie áreas prioritarias para restauración, subcuenca de Queule 75
Figura 34. Mapa de Áreas prioritarias de restauración, subcuenca de Queule..... 76

1 ANTECEDENTES

1.1 Introducción

Los humedales son ecosistemas fundamentales para toda la vida en la Tierra. Tienen gran relevancia por su singularidad, la biodiversidad que sustentan, los procesos ecológicos que en ellos ocurren, el desarrollo de variadas actividades y los servicios ecosistémicos que brindan. Chile tiene gran diversidad y representación de humedales, los que hasta la fecha han sido escasamente protegidos y se encuentran en su gran mayoría altamente degradados. A ello se suma la gran fragilidad ecosistémica de estos ambientes y las fuertes presiones antrópicas por su uso, lo que ha significado que los humedales se encuentren fragmentados y deteriorados, pese a la relevancia que tienen. En respuesta a ello, Chile está adoptando medidas tendientes a su protección y puesta en valor.

Aun cuando se está en deuda en esta materia, principalmente por la escasa protección legal dada a estos ecosistemas, es posible destacar importantes avances. La publicación en el Diario Oficial de la Ley 21.202 de Humedales Urbanos, permitió entregar las herramientas concretas para proteger los humedales urbanos, junto con la publicación de su Reglamento[1]. Por otra parte, el año 2018 se publicó el Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 – 2022, iniciativa del Gobierno de Chile (a través del Ministerio del Medio Ambiente) que busca contribuir a detener el deterioro de los humedales y preservar su rica biodiversidad. En dicho Plan se han priorizado 40 humedales a nivel nacional para ser protegidos y que cumplen con ciertos requisitos, entre ellos, a factibilidad de ser reconocido como área protegida oficial (MMA, 2018).

Chile es uno de los cinco lugares en el mundo que posee un clima mediterráneo, donde se localiza el área de acción del Proyecto GEF Humedales Costeros, que es reconocido como uno de los 36 Hot spots de biodiversidad a nivel mundial. Este reconocimiento se da no solo por su alto nivel de riqueza y endemismo, sino también por los altos riesgos de extinción y amenazas asociadas a este ecosistema. Al concentrarse en esta Eco-región la mayor parte de la población e industria de Chile, los ecosistemas costeros asociados, han sido los que han sufrido más alteraciones y están en estados de alta vulnerabilidad. La importancia de estos ecosistemas radica en su alta concentración de biodiversidad, dada por el carácter dinámico de estos sistemas, con presencia de gradientes que permiten una elevada heterogeneidad espacio temporal. Por ende, presentan una diversidad de hábitats para especies acuáticas y riparianas, y particularmente la presencia de numerosas especies de aves migratorias.

Las amenazas y los factores de degradación ambiental en la Ecorregión Mediterránea de Chile son, en su mayor parte, el resultado de actividades humanas, que juegan un papel clave en el deterioro progresivo de las funciones de los ecosistemas costeros. Los principales factores son la pérdida de hábitat, la fragmentación y la degradación causada por la agricultura, la expansión urbana e infraestructura, y la escasa protección legal dada a estos ecosistemas.

El objetivo del Proyecto GEF Humedales Costeros es mejorar el estado ecológico y de conservación de ecosistemas costeros del Centro-Sur de Chile de alto valor ecológico, incluyendo los humedales y sus cuencas adyacentes, integrándolas al desarrollo local a través de un manejo sustentable, mejorando la gestión de los paisajes costeros, reduciendo las presiones a estos hábitats de diversas especies migratorias y con distintos

[1] Edáfica ejecutó el estudio INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES URBANOS Y ACTUALIZACIÓN CATASTRO NACIONAL DE HUMEDALES, para el Ministerio del Medio Ambiente, cuya cartografía es par te del reglamento de la Ley de Humedales Urbanos.

problemas de conservación, y reduciendo las amenazas y presiones sobre las cuencas aportantes que soportan las actividades humanas de importancia local. Esto se llevará a cabo a través de tres componentes. El primero, busca incorporar la importancia de la conservación de biodiversidad y los problemas de degradación de la tierra en los paisajes costeros a los tomadores de decisiones y distintos actores relevantes; el segundo componente se enfoca en fortalecer los marcos políticos y regulatorios con respecto a la conservación costera, entre las diversas instituciones con mandatos en ecosistemas costeros y sus cuencas; el tercer componente, tiene por objetivo implementar y sistematizar una serie de iniciativas en cinco ecosistemas piloto, que servirán como experiencia replicable para las principales instituciones y actores a nivel nacional.

Los ecosistemas pilotos se encuentran ubicados entre Coquimbo y La Araucanía, representando diferentes condiciones socio-ambientales, los que tendrán un rol relevante en generar la información y evidencias que demuestren la necesidad de tener un enfoque que considere a toda la cuenca, con una coordinación interinstitucional fortalecida y con sectores productivos con prácticas sostenibles con el medio ambiente, para conservar y manejar en forma sustentable los paisajes costeros cuando no son áreas protegidas. Cada uno de los pilotos aportará con evidencias concretas de acuerdo con su realidad en cuanto a amenazas y condición actual, que permitirán contar con un abanico de opciones replicables en casos con situaciones similares.

En el componente asociado a la gestión y restauración se busca delimitar el ecosistema humedal y asegurar su protección resguardando las características ecológicas y su funcionamiento, a fin de mantener el régimen hidrológico tanto superficial como subterráneo y asegurar la provisión de servicios ecosistémicos para la sociedad.

El presente estudio tiene la finalidad de establecer los límites de los Humedales de Queule identificando cada tipo de humedal existente: lagunas costeras de agua dulce, ríos y esteros permanentes, humedales palustres emergentes, humedales boscosos y humedales estuarinos; e identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca para los Humedales identificados en la parte baja de la cuenca de Queule.

Además de los componentes técnicos del relevamiento y diagnóstico de los límites de los humedales en función de los parámetros biofísicos, este estudio incorpora elementos de identificación territorial y valoración social con actores claves del territorio. En esta línea, destaca que además de una serie de instancias de entrevistas y reuniones con actores locales en terreno, el proceso contó con actividades de participación y validación de las instancias de gobernanza de la sub-comisión de delimitación del Comité Técnico Local (CTL) de Queule, así como también con el Comité Técnico Local de Queule. La participación de los actores del territorio complementa y enriquece la delimitación de los humedales, así como también la identificación de usos de suelo, amenazas, y, sobre todo, al reconocimiento de áreas prioritarias para la restauración de humedales en la cuenca de Queule, considerando tanto las oportunidades como los obstáculos reconocidos desde la perspectiva socio-territorial.

En este informe se presentan los resultados correspondientes a la etapa final del Estudio, en donde se incluye la identificación de áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca de los Humedales de Queule.

2 Objetivos del estudio

2.1 Objetivo General

Establecer los límites de los Humedales de Queule identificando cada tipo de humedal existente (lagunas costeras de agua dulce, ríos y arroyos permanentes, pantanos de agua dulce, humedales boscosos y humedales estuarinos) e identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca de los Humedales de Queule.

2.2 Objetivos Específicos de esta etapa

i. Identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca de los Humedales de Queule.

3 METODOLOGÍA

3.1 Revisión de Instrumentos de Planificación Territorial

Como un elemento estructurante fundamental para los objetivos planteados en el presente proyecto, los Instrumentos de Planificación Territorial son analizados con el fin de entender el escenario actual en que se encuentra el territorio, bajo un criterio de cuenca, considerando en primera instancia la cuenca del río Queule, comuna de Toltén, para los instrumentos locales como área más específica de estudio para los humedales de Queule, y luego la parte baja de la cuenca del río Toltén, para los instrumentos de alcance intercomunal o regional, lo que incluye parte de las comunas de Teodoro Schmidt, Pitrufquén, Gorbea y en menor medida Freire y Loncoche.

Todo el análisis se realizó teniendo como foco principal la forma en que estos instrumentos abordan o se refieren a la temática de los humedales, así como de las actividades productivas que se relacionan a su estado actual y también del recurso hídrico.

3.2 Revisión de información de la infraestructura ecológica planificada de la región de La Araucanía

La planificación ecológica de la infraestructura ecológica de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, consiste en un proceso sistematizado de construcción de información territorial para la toma de decisión, agregada a las escalas operativas deseadas. La Infraestructura Ecológica (IE) se define como “un sistema de soporte de vida natural, que es una red interconectada de cursos de agua, humedales, bosques, hábitats de vida silvestre y otras áreas naturales; vías verdes, parques y otras tierras de conservación y territorios con producción silvoagropecuaria sustentable, que mantienen los procesos ecológicos naturales, conservan los recursos de agua y aire y contribuyen a la salud y calidad de vida de las comunidades y pueblos” (Benedict y McMahon, 2012).

Desde el punto de vista más operativo, la Infraestructura Ecológica también puede ser abordada como una “red de ecosistemas naturales, seminaturales y antropogénicos, estratégicamente planificada, diseñada y manejada, que funciona para proveer un amplio rango de servicios ecosistémicos y bienestar a los habitantes de un territorio” (UdeC, 2016). La IE debe proveer la conectividad estructural y funcional necesaria para asegurar el flujo de genes, especies, materia y energía dentro y entre los ecosistemas, así como al interior oal exterior de áreas protegidas.

Considerando las definiciones anteriores, se realizó una revisión del informe “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” (Edáfica - MMA, 2018), con foco en el territorio en donde se emplazan los Humedales de Queule.

Los estándares utilizados fueron CORINE para Carta de Uso de Suelos (GORE RM, Edáfica, 2012), Crepani *et al.* (2008) para la aplicación de un modelo de análisis vulnerabilidad biofísica y ECOSER 2.0 (Barral, 2017), para el desarrollo de funciones ecosistémicas y análisis experto para la evaluación de la biodiversidad. El proceso utilizado por Edáfica – MMA (2018) para la planificación ecológica de la región de La Araucanía incluyó 4 etapas:

- Etapa 1: Inventario de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos
- Etapa 2: Evaluación Ecológica
- Etapa 3: Concepto Rector
- Etapa 4: Medidas y requerimientos ambientales

En el caso de esta revisión, toma relevancia el Concepto Rector (también denominado Imagen Objetivo), que comprende los lineamientos técnicos generales en torno al estado anhelado de la naturaleza y paisaje (Gore RM, GTZ, U. Chile, 2002). En esa etapa se asignaron y priorizaron los Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ), que expresan territorialmente el Concepto Rector. Los tipos de OAZ son: Objetivos de restauración, Objetivos de protección y Objetivos de desarrollo sustentable. Estos OAZ también fueron divididos como primera prioridad (prioritarios) y de segunda prioridad (preferenciales). Algunas de las medidas o acciones orientadoras asociadas a estos objetivos forman parte del Análisis Multicriterio realizado para la identificación de las áreas prioritarias de restauración de los humedales de Queule.

3.3 Metodología de Evaluación de las Oportunidades de Restauración (ROAM) para identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca

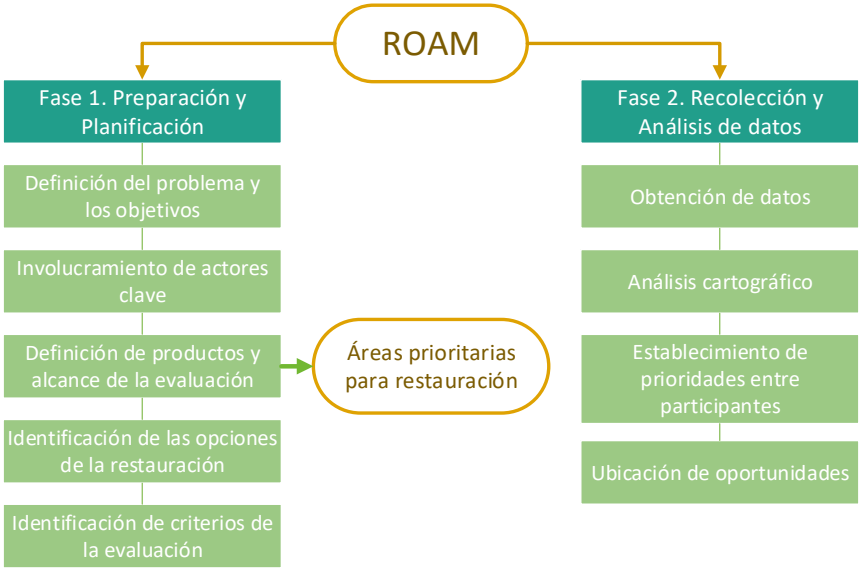
3.3.1 Antecedentes y aplicabilidad de ROAM al territorio de Queule

La Metodología de Evaluación de las Oportunidades de Restauración (ROAM, por sus siglas en inglés), es un método flexible y participativo para identificar los mejores sitios para comenzar la restauración a nivel nacional, regional o local. Esta metodología fue diseñada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Instituto de Recursos Mundiales (UICN y WRI, 2014). La metodología se enfoca en el paisaje forestal, con el objetivo de restituir la funcionalidad ecológica y mejorar el bienestar humano con un enfoque “emprendedor y dinámico” que busca fortalecer la resiliencia de los paisajes y crear opciones para optimizar los bienes y servicios de acuerdo con las necesidades cambiantes o surgentes de la sociedad a través del tiempo.

En Chile la aplicación de la metodología ROAM comenzó en el año 2018 (LEP UdeC, 2018) en el marco del proyecto de Infraestructura Ecológica de la región del Maule. También ha sido aplicada para la recuperación del ecosistema de la cuenca del Lago Lanalhue, región del Biobío (Mellado, 2019).

De manera general, la metodología general de ROAM abarca tres fases principales: 1) Preparación y planificación, 2) Recolección y análisis de datos y 3) Resultados de las recomendaciones. Cada una de las etapas involucra una serie de actividades que pueden implementarse o no dependiendo del contexto, como los recursos disponibles y los objetivos que fueron definidos. Para el caso del presente Estudio, la metodología ROAM fue ajustada y acotada tal como se muestra en la Figura 1. El involucramiento de actores claves y el proceso para el levantamiento de información social en detalle se incluye en el capítulo 3.3.2. El proceso ROAM se complementa con la metodología de Análisis Multicriterio (Capítulo 3.3.3).

Figura 1. Metodología ROAM ajustada para la identificación de áreas prioritarias para la restauración.



Fuente: Esquema simplificado de las etapas ROAM (UICN y WRI, 2014)

3.3.1.1 Contexto y problemática en el territorio de Queule

Los Humedales de Queule se insertan dentro de la cuenca de Queule (69.144 ha) en un paisaje altamente fragmentado, con remanentes de bosque de roble-laurel-lingue (*Nothofagus oblicua-Laurelia sempervirems-Persea lingue*) y bosques pantanosos de temo-pitra (*Blepharocalyx cruckshanski-Myrceugenia exsucca*) (Peña-Cortés *et al.,* 2009).

En este territorio, al igual que en muchos otros del centro-sur de Chile, el cambio de uso de suelo ha sido una causante de la degradación de los ecosistemas, asociado a la colonización europea. La cobertura de bosque nativo original fue reemplazada para la habilitación de tierras para la ganadería y agricultura, junto con la extracción de leña y madera, comenzando así un acelerado proceso de alteración del paisaje ecológico (Torrejón y Cisternas, 2002; Donoso y Lara, 1997). Más recientemente, las plantaciones forestales han continuado humanizando el paisaje, trayendo consigo la disminución de la calidad y cantidad de servicios ecosistémicos.

La comuna de Toltén tiene una amplia cobertura por plantaciones forestales y una fracción menor de bosque nativo (INFOR-Mapa industria forestal primaria, 2018), particularmente, la zona del humedal de Queule está rodeada de plantaciones forestales. La mayor densidad de monocultivos forestales se asocia a la escasez de agua en localidades rurales. La comuna de Toltén posee una pobreza multidimensional del 28,5%, y la región de La Araucanía una pobreza del 25% (siendo la más pobre del país), mientras que el promedio del país es de 16,6% (Centro de Ecología Aplicada, 2018).

Sumado a lo anterior, muchos de los humedales son considerados por los agricultores como “espacios perdidos”, por lo que han sido intervenidos con el objeto de drenarlos y así obtener suelos aptos para la agricultura. Incluso, en varios sectores se implementaron programas con subsidio estatal para cumplir ese

objetivo, situación que afecta directamente a la biodiversidad de estos ecosistemas. Esto ocurre tanto en humedales palustres, como boscosos de temo y pitra (Hauenstein *et al.,* 2002).

La restauración de humedales es una vía para enfrentar diferentes problemáticas, como la degradación de hábitats, la crisis climática y la escasez de agua, asimismo, con su implementación se recuperan las funciones ecosistémicas y la estructura de la comunidad biótica que ha sido alterada. Además, la restauración es una oportunidad para potenciar una economía sustentable, asociada a un mejor bienestar de la población. Para poder ejecutarse, se requiere tanto de la voluntad de los tomadores de decisión, junto al involucramiento de las comunidades, lo que comenzó con la implementación del piloto GEF Humedales.

3.3.2 Recolección de información social

El trabajo metodológico realizado junto con actores claves relacionados a los humedales de Queule, se sostiene en la construcción de elementos desde dos fuentes, a saber: a) Metodología ROAM y b) Diseño experimental cualitativo. Ambos tributan a una sola planificación de diseño de pautas, recolección de información, trabajo de terreno, sistematización y análisis de información obtenida.

Desde la metodología ROAM se seleccionaron aquellos elementos que permitieron identificar a los actores locales y sectores del territorio susceptibles a los efectos de iniciativas de restauración. También se consideraron dimensiones culturales, sociopolíticas y económicas que pudieran aportar eventualmente a la identificación de dichos sectores, y se agregaron elementos del marco de servicios ecosistémicos y construcción de bienestar local (MEA, 2005) para un trabajo de identificación territorial de usos de suelo, prácticas humanas, valoración y disposición a actuar para con el territorio en cuestión. Se diseñó una estrategia cualitativa de investigación mixta y experimental para identificar (cartográficamente) aquellos usos de suelo y aquellas prácticas humanas relevantes, así como también se realizó una serie de entrevistas semi-estructuradas a actores locales del territorio[2].

Desde este contexto social, se abordaron los siguientes objetivos de restauración (Cuadro 1) para contribuir a la integración del componente ambiental: 1) Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas, 2) Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas, 3) Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales y 4) Apoyar iniciativas locales de restauración.

Por su parte, el diseño experimental cualitativo es similar al concepto de transecto social, pero realizado en conjunto con el equipo de análisis biofísico (ambiental) de Edáfica. De manera simultánea, ambos equipos, en grupos reducidos de personas (1-4 personas), recorrieron todos los sectores que involucran el territorio de los humedales de Queule. Cuando el equipo de análisis biofísico identificaba los humedales, el equipo de análisis social establecía contacto con actores relevantes o habitantes de dicho territorio, para coordinar una futura entrevista más exhaustiva con una pauta específica, no obstante, siempre que se realizaba un contacto, se revisaba en términos generales la disposición a actuar, la percepción y la información general para con los humedales en una entrevista informal de acercamiento previo. Como proceso de validación territorial piloto de los datos sociales obtenidos, se presentó la información a la comunidad Mapuche Agustín Mellado. En dicha reunión asistieron los respectivos dirigentes del territorio que comprende esta comunidad.

[2] Es necesario señalar que el trabajo de investigación social se realizó bajo condiciones de pandemia durante 2020 y 2021.

Cuadro 1. Objetivos de restauración evaluados desde el ámbito social

Objetivos de restauración	Estimación de variables (SIG)
Mejorar la resistencia y la productividad de áreas vulnerables	Identificar vulnerabilidad desde uso de suelo actual (humedales temporales 1 y 2) con usos de suelo asociados a amenazas (ganadería principalmente)
Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuencas	SS.EE. de regulación de erosión y regulación de inundaciones
Detener y, en la medida de lo posible, revertir la degradación continua de la tierra	-Identificación de áreas de pitrantos prioritarias para la conservación -Identificación de áreas drenadas - Identificar humedales temporales - Anillo de restauración => sectores más húmedos
Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas	- SS.EE. de provisión - SS.EE. culturales (recreación y turismo)
Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas	-Desde clasificación (tipo de humedal), evaluación de: distribución acotada, fragilidad, especies en categorías amenazadas o en peligro, representación en áreas protegidas.
Restaurar los sistemas naturales de protección costera	-Humedales costeros y estuarinos (cota) -Humedales ribereños
Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales	Local: Servicios ecosistémicos de provisión y culturales. También los de apoyo de regulación de inundaciones y control de erosión Regional: Servicios ecosistémicos de recreación y turismo Mundial: captura de carbono
Apoyar iniciativas locales de restauración	Identificación de áreas prioritarias con instrumentos de investigación social.

Fuente: Elaboración componente biofísico-Edáfica

A continuación, se detallan los principales elementos metodológicos del "*Panel de Entrevistas Individuales sobre Usos de suelo y Oportunidades de Restauración en la cuenca del río Queule*", estrategia de producción de información cualitativa que ha tenido como propósito complementar la información recogida por el equipo de biodiversidad en el marco de la etapa de identificación de área prioritarias de restauración de los humedales de Queule. En términos conceptuales, las entrevistas fueron estructuradas a partir de elementos derivados de la metodología ROAM (UICN y WRI, 2014).

El panel de entrevistas fue diseñado con un criterio territorial, contactando personas en localidades incluidas en el muestreo general y en las campañas de campo de delimitación realizadas por los equipos técnicos del proyecto.

Los objetivos del panel de entrevistas fueron los siguientes:

General: Identificar y conocer las apreciaciones y percepciones de los actores del territorio en torno a los usos del suelo y las oportunidades de restauración en la zona de los humedales de Queule.

Específicos:

a) Identificar los principales usos de suelo según las apreciaciones y experiencias de los actores locales.

b) Identificar y conocer los principales elementos de transformación del paisaje desde la perspectiva de los actores locales.

c) Identificar predisposiciones y valoraciones en torno a la protección y cuidado ambiental entre los actores locales del territorio.

d) Identificar potenciales zonas de restauración por parte de actores locales en áreas de humedal en la cuenca del Queule, considerando los objetivos de restauración.

e) Diagnosticar presencia de factores claves de éxito para la restauración.

f) Identificar políticas gubernamentales o estrategias para la restauración de bosques que permitan la protección de humedales.

En relación con las técnicas de recolección de información, se trabajó con entrevistas individuales de tipo cualitativa (Guber, 2011). Dado el contexto de restricciones de movilidad y otras dificultades de acceso al territorio se decidió combinar entrevistas presenciales de tipo cualitativa convencionales con entrevistas cualitativas de tipo plataforma Zoom y telefónica. Respecto de esta última técnica, la mediación telefónica de la entrevista no afecta cuestiones de estructura y dinámica, con lo que no se ve afectada su posible categorización según criterios convencionales en función de su estructura (estructuradas, semi-estructuradas y sin estructura), manteniendo cuando menos las cualidades de estructura y contenido de las versiones tradicionales (Castañeda Abanto, 2007). Se realizó a su vez un análisis de contenido cualitativo en función de los principales tópicos conceptuales, previstos o emergentes en las conversaciones.

Se trató de una muestra por conveniencia (Martínez Salgado, 2012), considerando factores de factibilidad logística y de conectividad con actores locales. La estrategia muestral fue tipo bola de nieve a través de contactos realizados en diversas campañas de campo; se buscó establecer contactos telefónicos de habitantes de diversos sectores de la ruta de áreas previamente contempladas en las cartografías de uso de suelo del proyecto. Se consideró como principal criterio de inclusión la condición de "habitantes del territorio" en los distintos sectores del área de estudio, idealmente con experiencia de años viviendo, trabajando y habitando el territorio.

El tamaño muestral estimado fue de 10 participantes (Cuadro 2), definiendo la magnitud según balance de criterios recomendados de saturación de datos cualitativos (Morse, 1995), como de factibilidad de movilidad y conectividad para la realización de las entrevistas en los plazos contemplados.

Cuadro 2. Muestra Panel de Entrevistas Individuales

N°	Nombre	Perfil	Sector
1	Isabel Hueichán	Turismo, comunidades mapuche	Nor-Oeste
2	Evelyn Huaiquillen	Profesora, comunidades mapuche	Purralaco
3	José Miranda Cheuque	Dirigentes pescadores, comunidades mapuche.	Centro-Costa
4	Marjorie Carrillo	Funcionaria municipal	Todo Queule
5	Verónica Cheuque	Dirigente, comunidades mapuche	Sur
6	Carolina Marileo	Dirigente, comunidades mapuche	Centro-Sur
7	José Ñancufil	Dirigente, comunidades mapuche	Centro-Sur
8	Antonia Penchulef	Turismo	Sur-Este
9	Sandra Salazar	Profesora, parcela en límite urbano	Nor-Este
10	Arnoldo Venegas	Profesor, parcela en límite urbano	Nor-Este

Fuente: Elaboración propia en base información levantada en terreno.

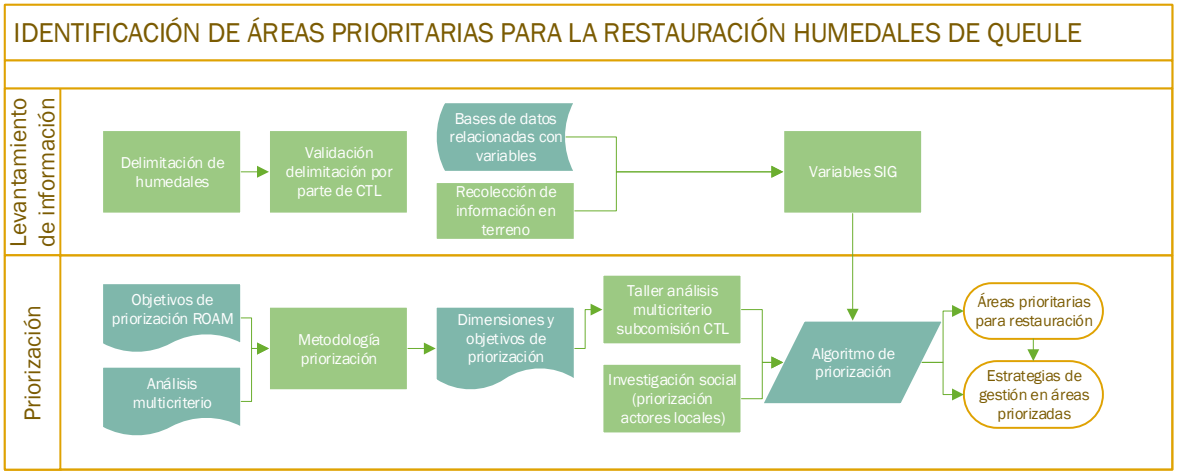
En relación con la identificación de políticas gubernamentales o estrategias para la restauración de bosques que permitan la protección de humedales, se tomó contacto con el Sr. Omar Levet, Coordinador de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales, Región de La Araucanía, quien lidera el proyecto del Fondo Verde del Clima para reducir emisiones con manejo del bosque nativo en esta región. Este proyecto de gestión forestal sustentable, bajo el enfoque REED+ (Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques), tiene como meta el pago por resultados y se ejecutará en proyectos a nivel territorial a través del Sistema de Distribución de Beneficios en las regiones del Maule, Ñuble, Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

3.3.3 Análisis Multicriterio

3.3.3.1 Panorama general de la aplicación de la metodología

El proceso para el análisis multicriterio consideró un levantamiento teórico desde la metodología en sí misma y un análisis de los objetivos de restauración propuestos por ROAM. En este contexto, se procedió a levantar las variables para la estimación espacial del cumplimiento de criterios asociados a cada objetivo de restauración para trabajo cartográfico en ambiente SIG y, en paralelo, se consultó al CTL sobre el peso de los distintos objetivos de restauración para la evaluación de las áreas prioritarias para la restauración. Un esquema de proceso sobre lo descrito se encuentra en la Figura 2.

Figura 2. Proceso de análisis multicriterio para la identificación de áreas prioritarias para la restauración.



Fuente: Elaboración propia

3.3.3.2 Objetivos y tipos de análisis multicriterio

El análisis multicriterio constituye una herramienta de apoyo en el proceso de toma de decisiones, especialmente en la planificación, debido a que permite integrar diferentes criterios de acuerdo con la opinión de los participantes en un solo marco de análisis. Una de las posibilidades que las metodologías multicriterio aportan, es la diversidad de factores que se logran integrar en el proceso de evaluación. Su particularidad está en la forma de transformar las mediciones y percepciones individuales en una escala única para comparar los

elementos y establecer órdenes de prioridad que permitan agregar los efectos de un proyecto en una métrica común (Contreras y Pacheco, 2007).

El Análisis Multicriterio consta de las siguientes etapas:

i. Determinar el ámbito de aplicación e identificar la lógica de intervención.
ii. Designar al grupo (o a los grupos) de negociación o de juicio.
iii. Designar al equipo técnico que colaborará con el grupo de juicio (coordinador, ayudante técnico y los expertos encargados de recopilar datos para la negociación).
iv. Elaborar la lista de acciones que se incluirán en el análisis multicriterio: los criterios deben definirse antes de realizar el análisis, a partir de unas reglas que todos los participantes deben conocer y aceptar.
v. Identificar y seleccionar los criterios de juicio.
vi. Determinar el peso relativo de cada criterio.
vii. Juicio por criterio.
viii. Agregación de los juicios.

La descripción de los métodos de análisis multicriterio evaluados para la determinación de áreas prioritarias para la restauración de los humedales de Queule se encuentra en Cuadro 3.

Cuadro 3. Métodos de análisis multicriterio evaluados.

Nombre	Descripción
Ponderación Lineal (scoring)	Permite abordar situaciones de incertidumbre o con escaso nivel de información. Se construye una función de valor para cada una de las alternativas. Supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad.
Utilidad Multiatributo (MAUT)	Para cada atributo se determina la correspondiente función de utilidad (parcial), y luego se agregan en una función de utilidad multiatributo de forma aditiva o multiplicativa. Al determinarse la utilidad de cada una de las alternativas se consigue una ordenación completa del conjunto finito de alternativas. Utiliza "escalas de intervalo", y acepta el principio de "preservación de orden" (rank preservation)
Relaciones de Superación	Estos métodos usan como mecanismo básico el de las comparaciones dos a dos de las alternativas, criterio por criterio. De esta forma puede construirse un coeficiente de concordancia Cik asociado con cada par de alternativas (ai,ak).
Proceso Analítico Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process)	Consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico. El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas. Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones por pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad del modelo.

3.3.3.3 Objetivos de priorización ROAM

Por otro lado, si bien la evaluación multicriterio para la determinación de las áreas prioritarias para la restauración en los humedales de Queule permite incorporar la visión de diferentes actores institucionales y sociales, de manera de evitar sesgo al priorizar solo un aspecto, asumir multidimensionalidad del problema y generar análisis integrado, el análisis se ha realizado en relación con las siguientes dimensiones de análisis asociadas a sostenibilidad:

- Dimensión Ambiental
- Dimensión Social
- Dimensión Económica

En este contexto, para asociar estas dimensiones al territorio de los humedales de Queule, se consideraron los siguientes objetivos de restauración propuestos por la metodología ROAM:

i. Mejorar la resistencia y la productividad de áreas vulnerables
ii. Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuencas
iii. Detener y, en la medida de lo posible, revertir la degradación continua de la tierra
iv. Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas
v. Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas
vi. Restaurar los sistemas naturales de protección costera
vii. Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales
viii. Apoyar iniciativas locales de restauración

3.3.3.4 Análisis multicriterio de objetivos de restauración e indicadores

La metodología de análisis multicriterio consideró una fase de Ponderación Lineal (scoring), asociada a los objetivos de restauración mencionados en la sección anterior, y una fase de Utilidad Multiatributo (MAUT), asociada a las variables para la estimación de cada objetivo en términos espaciales.

Para la ponderación lineal, se consultó a los integrantes del CTL para la distribución porcentual entre los ocho objetivos de priorización, considerando el formato propuesto en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Cuadro de valoración de objetivos de restauración para análisis multicriterio.

N°	Objetivos de restauración	Asignación de puntajes (suma debe ser 100%)
1	Mejorar la resistencia y la productividad de áreas vulnerables	
2	Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuencas	
3	Detener y, en la medida de lo posible, revertir la degradación continua de la tierra	
4	Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas	
5	Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas	
6	Restaurar los sistemas naturales de protección costera	
7	Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales	
8	Apoyar iniciativas locales de restauración	
	Los porcentajes deben sumar 100%	100%

Para la fase de MAUT se construyeron variables asociadas a Sistema de Información Geográfica (SIG) para estimación del grado de asociación con cada objetivo de restauración para cada polígono en el área de estudio, considerando a su vez la información disponible en términos geográficos. Las variables se encuentran descritas en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Estimación de variables SIG

N°	Objetivos de restauración	Estimación desde variables (SIG), normalizado en escala 0 – 100
1	Mejorar la resistencia y la productividad de áreas vulnerables	Estimación de vulnerabilidad desde uso de suelo actual, de acuerdo con el siguiente criterio: - Humedales temporales 1 (menos húmedo): 100 puntos - Humedales temporales 2 (más húmedo): 75 puntos - Praderas y uso agrícola: 50 puntos - Otros usos: 0 puntos
2	Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuencas	Estimación de la importancia de sectores asociados a la provisión de Servicios Ecosistémicos (SSEE) de regulación de erosión y regulación de inundaciones, de acuerdo con usos de suelo. Distintos tipos de suelo presentan valores estandarizados de estos dos SSEE en escala de 0 a 100 puntos. Se calculó el promedio de la provisión de ambos SSEE.
3	Detener y, en la medida de lo posible, revertir la degradación continua de la tierra	Estimación de la importancia de sectores mejor conservados donde es importante detener la degradación y sectores de importancia para revertir su degradación, especialmente aquellos conectados a lugares mejor conservados y aquellos donde el uso actual no es técnicamente viable (humedales utilizados como praderas). Se consideraron tres condiciones que aportan con 33,3 puntos cada una, dado que se pueden superponer estas condiciones, de acuerdo con el siguiente criterio: - Áreas circundantes a bosque pantanoso (pitranto), correspondiente a un anillo de 30m: suma 33,3 puntos - Áreas drenadas (dren y área de influencia de 30 m): suma 33,3 puntos - Humedales temporales 1 (menos húmedo) y 2 (más húmedo): suma 33,3 puntos
4	Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas	Estimación de la importancia de sectores asociados a la falta de provisión de Servicios Ecosistémicos (SSEE) de provisión y culturales, de acuerdo con usos de suelo. Distintos tipos de suelo presentan valores estandarizados de ambos SSEE en escala de 0 a 100 puntos y se calculó el promedio de la provisión de estos tipos de SSEE. - SSEE de provisión (promedio SSEE provisión de madera, leña, fibra, agua dulce y alimento) - SSEE culturales (promedio SSEE recreación y turismo)
5	Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas	Estimación de la importancia de áreas para la conservación de la biodiversidad en función de la estimación de la falta del SSEE de provisión de hábitat. Distintos tipos de suelo y tipos de humedal presentan valores estandarizados de este SSEE en escala de 0 a 100.
6	Restaurar los sistemas naturales de protección costera	Estimación de la importancia de la restauración de áreas relevantes para la protección costera desde uso de suelo actual y cobertura de tipos de humedales, de acuerdo con el siguiente criterio: - Humedales costeros y estuarinos (playas y estuarios): 100 puntos - Otros humedales y usos de suelo: 0 puntos
7	Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales	Estimación de la importancia de sectores asociados a la falta de provisión de Servicios Ecosistémicos (SSEE) de importancia local, regional y mundial, de acuerdo con tipos de SSEE y su provisión asociada a usos de suelo y cobertura de humedales. Distintos tipos de suelo y tipo de cobertura de humedal presentan valores estandarizados de estos SSEE en escala de 0 a 100 puntos y se calculó el promedio de la falta de provisión de estas categorías de SSEE. - SSEE a nivel local: SSEE de provisión (promedio SSEE de provisión de leña, madera, fibra, agua y alimento) y SSEE culturales (promedio turismo, recreación y espiritualidad), de apoyo (regulación de inundaciones y control de erosión). Promedio de los de apoyo se promedia con culturales y de provisión) - Regional: SSEE de recreación y turismo - Mundial: SSEE de regulación climática asociada al almacenamiento de carbono
8	Apoyar iniciativas locales de restauración	La investigación social arrojó como resultado la existencia de zonas prioritarias para comunidades locales. En este contexto, se utilizó el siguiente criterio para la puntuación normalizada de estas áreas y el resto del área de estudio: - Áreas priorizadas por actores locales: 100 puntos - Otras áreas: 0 puntos

3.4 Definición de Áreas prioritarias para restaurar en la cuenca del río Queule

3.4.1 Recolección y generación de información base

La cartografía de las áreas prioritarias para restaurar en la cuenca del río Queule, considera la cartografía base del inventario nacional de humedales de Chile (Edáfica – MMA, 2020), la obtención del índice NDVI desde imagen satelital provista por GEF, y el análisis multitemporal del índice NDVI obtenido desde la plataforma Google Earth Engine para imágenes Sentinel 2 de fechas mayo a noviembre de 2016, mayo a noviembre de 2018 y mayo a noviembre de 2020.

Sobre esta base cartográfica, se realizó una verificación de unidades de humedales según la clasificación propuesta para los humedales de Chile, con apoyo en terreno principalmente aquellas zonas de humedales temporales.

Complementariamente se realizó un análisis de segmentación de NDVI desde imagen satelital de alta resolución en multiespectral provista por GEF (tamaño de píxel de 80 cm), para identificar cartográficamente los sectores de bosques pantanosos o pitrantos.

Posteriormente, se realizó un análisis de sobreposición entre las coberturas del Catastro Nacional de humedales (Edáfica – MMA, 2020), la cobertura de análisis multitemporal de NDVI y la cobertura segmentada de bosques pantanosos para producir una cartografía o mapa síntesis que representa los humedales de Queule y su clasificación según tipo. Esta cartografía o Mapa Síntesis se presenta en la Figura 15.

3.4.1.1 Generación de cartografía base de servicios ecosistémicos

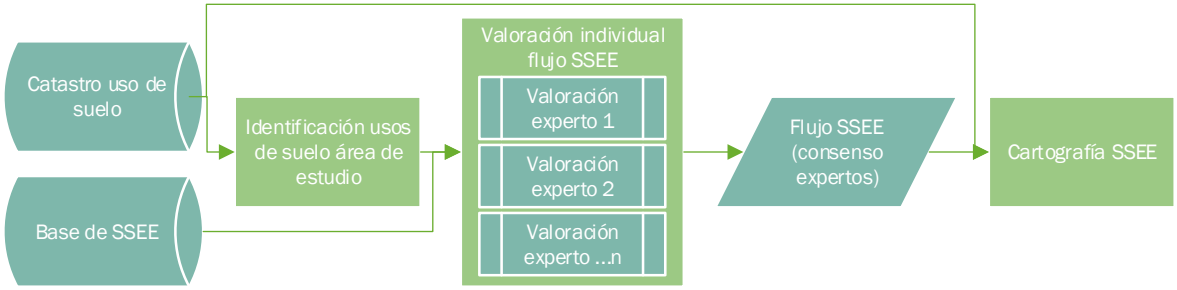
Sobre la base de las cartas de usos de suelo actualizadas, en escala más general de cuenca como en escala de detalle en la subcuenca de Queule, se obtuvieron las valoraciones de funciones y servicios ecosistémicos a partir de la evaluación utilizando la metodología de panel experto sobre el flujo de distintos servicios ecosistémicos[3] en una escala de 0 a 5, siendo 5 el flujo máximo. Para la generación del consenso sobre el flujo se utilizó la metodología de análisis multicriterio de Ponderación Lineal (scoring). Cabe señalar que el panel experto consideró los profesionales del equipo de trabajo ambiental y social del presente estudio.

Las valoraciones obtenidas consensuadas del panel de expertos se presentan en el Cuadro 6 y la descripción gráfica del proceso para la generación de cartografía base de servicios ecosistémicos se encuentra en la Figura 3.

Luego, a partir de las funciones y servicios ecosistémicos valorados, se procedió a agruparlos de acuerdo con los lineamientos proporcionados por los objetivos de restauración indicados en el Cuadro 5.

[3] Los servicios ecosistémicos considerados para la evaluación corresponden a: reducción perdida de nutrientes (por lixiviación y escurrimiento superficial), capacidad almacenamiento (MO), existencia de hábitat. Ciclo de nutriente (por actividad biótica), protección inundaciones y crecidas, regulación de la erosión, regulación de nutrientes (potencial de regulación, por ejemplo, control de eutroficación aguas abajo), madera, leña, fibra, agua dulce, alimento, recreación, turismo y espiritualidad

Figura 3. Proceso para la generación de cartografía base de servicios ecosistémicos.



3.4.2 Generación de cartografía por objetivo de restauración

Sobre la cartografía y cobertura vectorial de los humedales de Queule, o mapa síntesis, se extrajo información de acuerdo con las definiciones de los objetivos de restauración determinando en cada caso las variables operativas para generación de cartografía temática y su cuantificación (Cuadro 5).

En concreto, se obtuvo el anillo perimetral de 30 m desde el límite de parches de pitrantos, y desde la ribera de humedales ribereños y estuarinos, en donde las prioridades de restauración están dadas por la existencia de humedales temporales, los que se clasificaron en función de mayor a menor periodo de inundación (humedales temporales 1 y 2), y complementariamente, se extrajo el área de influencia de drenes artificiales considerando 30 m de sección perimetral.

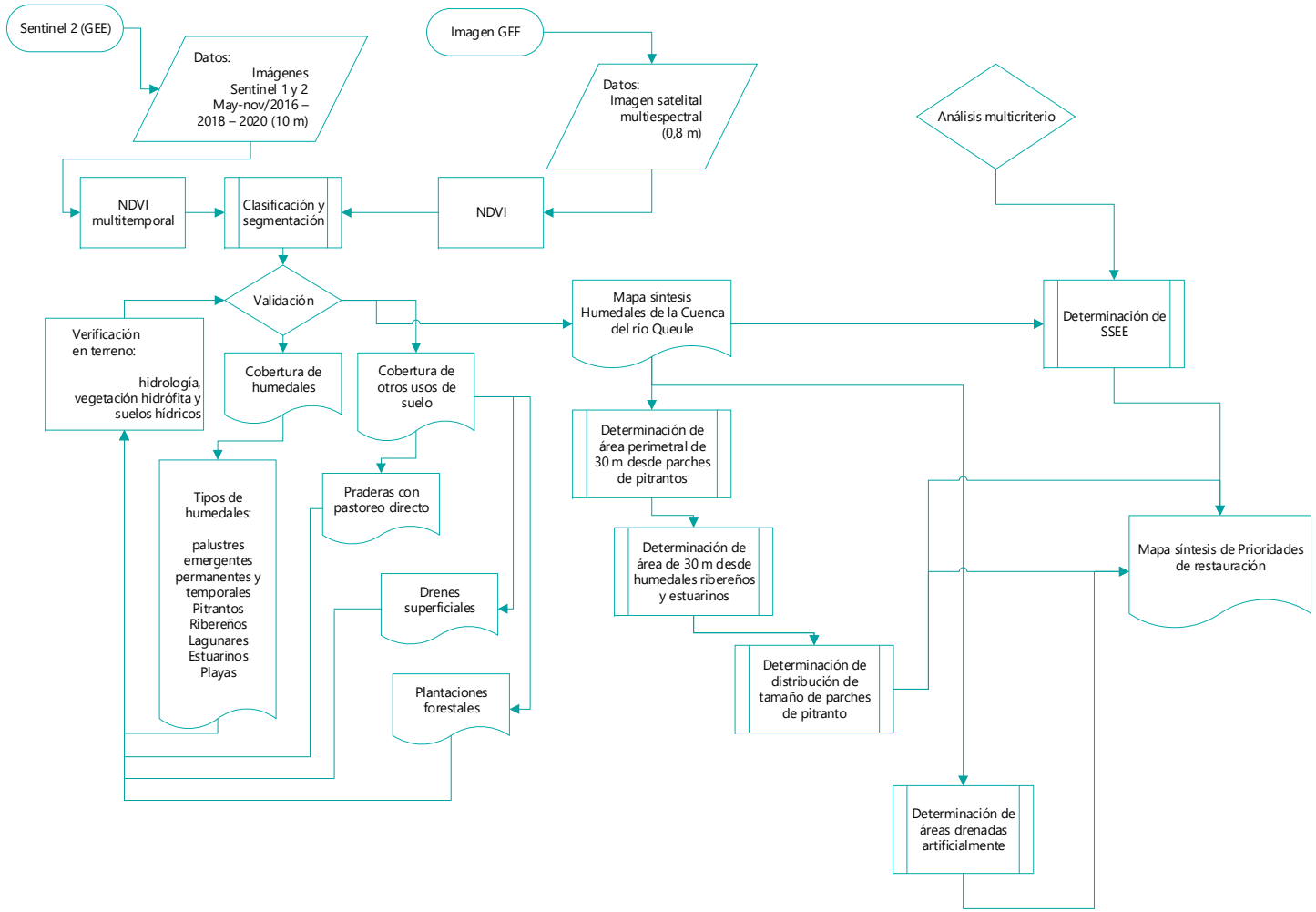
Posteriormente, las coberturas obtenidas se ponderaron por las valoraciones según objetivo de restauración desde el análisis multicriterio. El procedimiento se indica en el diagrama de flujo de la Generación de cartografía de análisis integrado (Figura 4). Cabe señalar que, para efectos de este diagrama, la Validación cartográfica fue realizada en terreno por profesionales del equipo de investigación ambiental.

Las cartografías de cada objetivo de restauración se ponderaron por las valoraciones según objetivo de restauración del análisis multicriterio, utilizando en La fase de integración cartográfica el cual corresponde a un análisis de superposición de las coberturas según objetivo de restauración, considerando la valoración determinada por el proceso de análisis multicriterio (Cuadro 14 y Figura 4).

Cuadro 6. Valoración de servicios ecosistémicos según Uso/Cobertura de suelo, realizada por panel experto (profesionales del área ambiental y social de Edáfica para el presente estudio de identificación de áreas prioritarias de restauración de humedales de Queuele)

USO	BOSQUE MIXTO	BOSQUE NATIVO	CUERPOS DE AGUA	CURSOS DE AGUA	Humedal Palustre Boscoso	Humedal palustre emergente temporal 1 (menos tiempo húmedo)	humedal palustre emergente temporal 1 (más tiempo húmedo)	humedal palustre emergente permanente	MATORRAL	MATORRAL – PRADERA	PLANTACION FORESTAL	PLAYAS Y DUNAS	PRADERAS	ROTACION CULTIVO – PRADERA	TERRENO AGRICOLA	ZONA URBANA – INDUSTRIAL	ZONAS DESPROVISTAS DE VEGETACION
REDUCCION PERDIDA DE NUTRIENTES (por lixiviación y escurrimiento superficial)	3.3	4.5	3.8	3.8	5.0	4.0	4.4	5.0	3.7	2.5	1.6	0.3	2.0	1.3	1.0	0.8	0.3
CAPACIDAD ALMACENAMIENTO (MO)	3.9	4.9	4.3	2.0	5.0	3.4	4.1	4.6	2.9	2.5	2.6	1.5	3.0	2.4	2.2	0.7	0.0
EXISTENCIA DE HABITAT	4.5	5.0	4.5	4.3	4.9	3.5	4.1	4.5	3.1	2.5	1.8	2.6	3.0	2.1	2.1	0.7	0.1
CICLO DE NUTRIENTE (por actividad biótica)	3.4	5.0	2.9	3.8	4.8	4.0	4.0	3.8	3.4	3.0	1.6	1.4	2.4	0.9	0.5	0.5	0.3
TOTAL SSEE APOYO	3.8	4.8	3.8	3.4	4.9	3.7	4.1	4.5	3.3	2.6	1.9	1.6	2.6	1.7	1.4	0.6	0.2
PROTECCION INUNDACIONES Y CRECIDAS	2.8	3.5	2.8	3.5	4.8	3.8	4.3	5.0	1.9	1.5	1.8	4.3	1.4	1.1	0.9	0.3	0.6
REGULACION DE LA EROSION	4.0	4.8	1.6	1.9	4.9	3.8	4.5	5.0	1.9	1.4	1.5	1.3	1.8	1.3	0.5	0.2	0.0
REGULACION DE NUTRIENTES (potencial de regulación, por ejemplo, control de eutroficación aguas abajo)	3.3	4.9	3.0	4.0	4.8	3.4	4.1	4.9	2.6	1.4	1.5	1.1	2.3	0.8	0.5	0.1	0.0
TOTAL SSEE REGULACION	3.3	4.4	2.5	3.1	4.8	3.6	4.3	5.0	2.1	1.4	1.6	2.2	1.8	1.1	0.6	0.2	0.2
MADERA	5.0	5.0	0.3	0.0	4.3	1.5	1.5	1.5	2.3	1.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LENA	5.0	5.0	0.3	0.0	3.8	1.0	1.0	1.0	3.0	1.8	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
FIBRA	3.8	4.3	1.0	0.0	4.4	4.5	4.8	4.9	4.0	2.8	2.8	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0
AGUA DULCE	2.8	3.5	5.0	5.0	4.4	4.6	4.8	5.0	2.4	1.9	1.5	0.1	1.6	1.4	1.0	0.0	0.0
ALIMENTO	3.0	3.8	3.8	4.0	3.0	2.9	3.0	3.4	2.8	2.5	1.6	1.3	1.3	2.9	4.0	0.3	0.1
TOTAL SEE APROVISIONAMIENTO	3.9	4.3	2.1	1.8	4.0	2.9	3.0	3.2	2.9	2.1	3.1	0.3	0.6	0.9	1.0	0.1	0.0
RECREACION	3.8	4.8	5.0	4.5	4.1	3.8	4.3	4.8	3.1	2.5	0.0	4.9	2.5	1.0	1.1	0.4	0.3
TURISMO	3.8	4.8	5.0	4.5	4.3	3.1	3.8	5.0	2.8	2.0	0.0	4.9	1.8	1.5	1.9	0.4	0.3
ESPIRITUALIDAD	3.5	5.0	5.0	5.0	4.9	4.0	4.3	5.0	3.1	2.3	0.0	4.1	1.5	0.8	1.3	0.3	0.3
TOTAL SSEE CULTURALES	3.7	4.8	5.0	4.7	4.4	3.6	4.1	4.9	3.0	2.3	0.0	4.6	1.9	1.1	1.4	0.3	0.3
∑ SSEE	3.7	4.6	3.3	3.3	4.5	3.5	3.9	4.4	2.8	2.1	1.6	2.2	1.7	1.2	1.1	0.3	0.2

Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de áreas prioritarias de restauración en la cuenca del río Queule



Fuente: Elaboración propia

4 RESULTADOS

4.1 Revisión de Instrumentos de Planificación Territorial

Una de las mayores dificultades al momento de analizar cómo la discusión sobre los humedales se inserta en las figuras de los instrumentos de planificación territorial (IPT) se relaciona con los lineamientos y metas particulares de cada uno de ellos y cómo estos logran algún grado de interacción o no, teniendo en cuenta que sus injerencias son sobre diferentes escalas, muchas veces resulta complejo ver lo disímil de sus metas y visiones institucionales, lo que finalmente repercute en los territorios y en el medio ambiente siendo ésta una de las grandes debilidades al momento de establecer formas de protección, ya que terminan transformándose en instrumentos y planes fragmentados, poco integrados territorialmente lo que ha provocado que no solo los humedales, sino que otros ambientes igualmente relevantes y vulnerables, queden supeditados a límites administrativos y normativos que no se adecúan a sus alcances y áreas de influencia real, no entendiendo el territorio como una compleja red sistémica de relaciones interdependientes espaciales y temporales.

Los humedales han comenzado a ser tomados en cuenta de forma relativamente reciente por los instrumentos de planificación territorial, dentro del aporte que pueden significar, o las consecuencias de su disminución, por lo que no han sido abordados aún tan profundamente en su complejidad y aporte, para lo cual se hace fundamental generar conocimiento científico y normativas integradas y coherentes entre sí respecto a la visión de territorio que se busca lograr, incentivando su valoración por parte de la población.

Cada vez se ha ido reconociendo más el aporte y las funciones que cumplen los humedales, tanto por parte de las instituciones públicas, encargadas de velar por su protección desde un punto de vista normativo, como también por parte de la sociedad en general, que van reconociendo su importancia ambiental, paisajística y sus servicios ecosistémicos, que conllevan beneficios directos e indirectos, tales como purificación del aire, regulación microclimática, reducción de ruido, drenaje de aguas lluvias, retención de nutrientes y sedimentos, tratamiento de aguas residuales, hábitat para flora y fauna, biodiversidad, y espacios para la recreación (Faulkner, 2004; Bolund & Hunhammar, 1999).

Como se indicó, el análisis de los IPT se inicia desde una escala específica, relacionada directamente a los humedales de Queule, para luego pasar a una escala más general, a nivel de cuencas de los ríos Queule y Toltén bajo, para entender el contexto desde un punto ecosistémico complementario más amplio.

4.1.1 IPT de escala comunal

4.1.1.1 PLAN REGULADOR COMUNAL TOLTÉN

La comuna de Toltén está en proceso de Evaluación Ambiental Estratégica de un Plan Regulador Comunal, actualmente en etapa de formulación. Para las localidades de Queule y Villa O'Higgins existen instrumentos vigentes, publicados en el Diario Oficial con fecha 08-09-2012 como Proyecto Parcial de PRC, los que incluyen zonificaciones residenciales, mixtas, equipamientos y áreas verdes, además de definir las áreas de riesgo, en 3 categorías que pueden ser directamente relacionadas a los objetivos del presente estudio, ya que consideran: zonas inundables o potencialmente inundables (AR-1), zonas potencialmente inundables por napas freáticas (AR-2) y zona de inundación por tsunami (AR-3). Las dos primeras relacionadas a los denominados humedales palustres emergentes (temporales) y el último a las zonas estuarinas de los ríos Queule y Toltén.

4.1.1.2 PLAN DE DESARROLLO COMUNAL TOLTÉN

El Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) es un instrumento de carácter indicativo que ayuda a orientar el desarrollo de la comuna desde un punto de vista estratégico y orientado a la gestión municipal, el que sirve para levantar una imagen actual de sus territorios, en términos de actividades, metas y visiones desde el municipio y sus habitantes, así como también para plantear posibilidades y escenarios futuros en el corto y mediano plazo. Sin embargo, en la práctica, tienden a ser criticados por tener una baja influencia real sobre la planificación del territorio local, sobre todo respecto del PRC, como instrumento normativo y de mayor peso en el proceso planificador.

De igual forma se trata de una aproximación un poco más cercana de lo que la ciudadanía piensa sobre su propia comuna, ya que deben incorporar instancias de participación ciudadana que ayuden a conformar una imagen objetivo y lineamientos estratégicos, los que deberían ser renovados con una periodicidad mínima de 4 años.

El PLADECO actual tiene una vigencia desde 2017 al 2022 y clasifica el territorio comunal en 5 unidades: Pocoyan, Nueva Toltén, Los Boldos, Villa O'Higgins y Queule, siendo esta última zona en la que el documento destaca principalmente la presencia de humedales.

Un elemento estructurante fundamental se relaciona con el recurso hídrico, donde se puede observar la relevancia que tiene además para la actividad turística (identificándose 20 sitios), tanto en atractivos turísticos naturales, culturales, gastronómicos e históricos, los que corresponden principalmente a los ríos Toltén y Queule, los humedales y las playas, lo que demuestra la importancia de su conservación y buen manejo.

En este sentido se puede observar la siguiente visión propuesta para el municipio de Toltén:

"*Comuna que crece junto a su gente de manera segura y saludable a través del uso sustentable de sus recursos naturales y puesta en valor de su patrimonio histórico cultural, la ruralidad, su conectividad y su gente, siendo reconocida por sus ríos, humedales y mar*"

Plantea lineamientos estratégicos en cuatro ámbitos, que consideran objetivos y acciones que permitan avanzar en estas propuestas. En el Cuadro 7 se presentan estos cuatro ámbitos y las acciones que guardan relación con los humedales.

Cuadro 7. Ámbitos PLADECO Toltén (2017)

Ámbito	Componentes	Variables	Acciones
Desarrollo sociocultural			
Desarrollo territorial ambiental	Protección y resguardo de las condiciones medioambientales de la comuna	Proteger espacios naturales en la comuna, con énfasis en los humedales y cursos de agua	- Proyecto de mantención de humedales dentro de la comuna. SEREMI MEDIOAMBIENTE ante amenaza de forestales. - Elaboración de proyecto de protección de las lagunas en la comuna.
Desarrollo económico y productivo	Promoción atractivos (promoción turística en la comuna)	Promover humedales como atractivos turísticos	- Realización de estudios sobre humedales que permitan relevarlos como atractivo turístico - Identificar emprendedores turísticos y realizar capacitaciones como guías turísticos en los humedales - Elaboración de catastro (censo) de aves - Crear circuito de intereses especiales (flora, fauna, y avistamiento de aves)
Institucionalidad y participación ciudadana			

4.1.2 IPT de escala regional

4.1.2.1 ESTRATEGIA REGIONAL DE DESARROLLO 2010 – 2022

La Estrategia Regional de Desarrollo 2010 – 2022 (ERD) plantea una serie de objetivos estratégicos que responden a 6 ejes temáticos: derechos sociales y cohesión social; desarrollo económico y competitividad; desarrollo físico, ambiental y uso de suelo; redes urbanas, conectividad e infraestructura; desarrollo científico tecnológico e innovación; institucionalidad, descentralización y financiamiento.

Sobre esto se propuso un modelo de gestión por territorios (Figura 5), dividiéndose en 8 macrozonas que busca incorporar aspectos como la sustentabilidad de los recursos existentes en el marco de una creciente conciencia ecológica, identificando las redes de vínculos sociales entre los diferentes actores, todo en un marco de creciente voluntad de autonomía, de pertenencia regional y de incremento de la inclusión social.

El actual proyecto se inserta en la zona 3, denominado Territorio Intercultural de Ríos y Mar, que incluye las comunas de Puerto Saavedra, Carahue, Nueva Imperial, Teodoro Schmidt y Toltén.

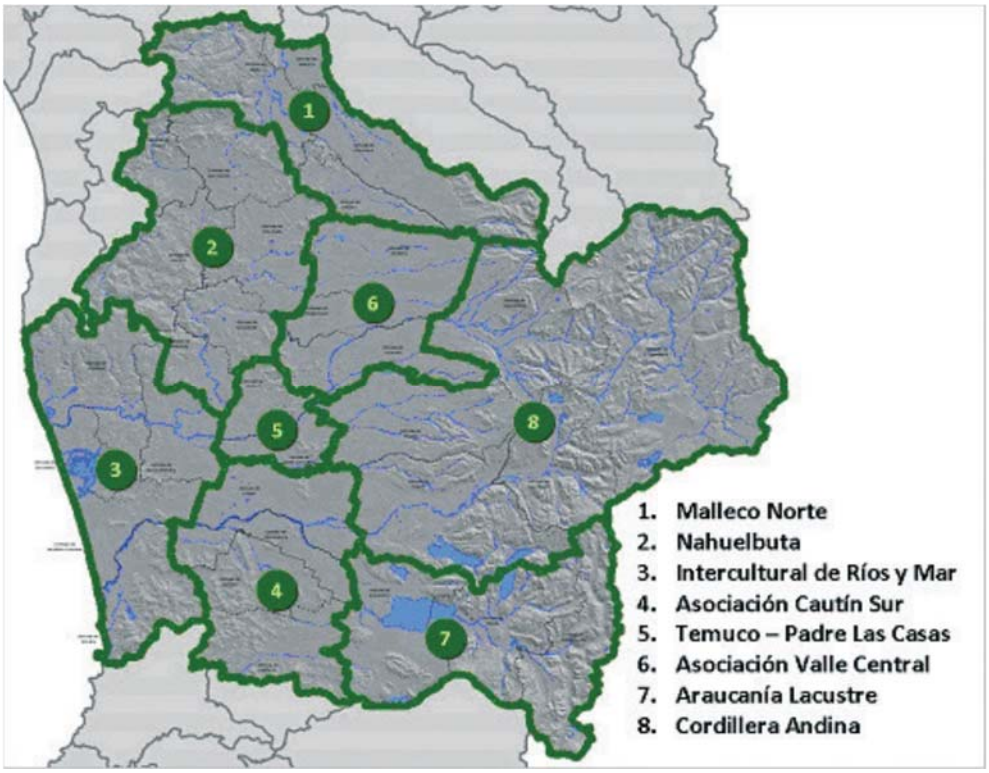
Entre los aspectos que se pueden destacar del diagnóstico que también se han podido identificar en diferentes grados a lo largo del presente proyecto se pueden nombrar los problemas asociados a la agricultura de subsistencia, déficit en saneamiento básico, poco incentivo para innovar, falta de competitividad, conflicto de intereses y dificultades en las relaciones interétnicas. Además, se identifican riesgos naturales como tsunami y un alto índice de inundaciones en Toltén.

En los talleres de participación ciudadana los actores identificaron y validaron problemas tales como el insuficiente capital humano, la baja tolerancia a la diversidad cultural, la baja calidad de la educación, la desigualdad en el sistema de enseñanza a nivel urbano y rural, la economía de subsistencia sin valor agregado, el nulo acceso a cuotas de pesca, la sobreexplotación de la biomasa por parte de otras regiones y la ausencia procesos de innovación.

Los actores plantean como recomendaciones contar con un acceso oportuno a la información relacionada a las formas productivas, agregar valor a las materias primas y falta de información relativa a factores de

producción, así como del capital humano. Además, se valora como una oportunidad la implementación del Convenio 169 de OIT.

Figura 5. Gestión por territorios de la ERD[2]



Fuente: GORE Araucanía, 2009

De esta manera, de los ejes estratégicos nombrados, acorde al diagnóstico, los ejes priorizados por los actores participantes correspondieron a: Derechos Sociales y Cohesión Social, Desarrollo Económico y Competitividad e Innovación Ciencia y Tecnología.

Como se indicó, la ERD corresponde a un instrumento de alcance regional, intentando hacer una lectura general del territorio, rescatando elementos que resultan estratégicos para un desarrollo con objetivos actualizados, por tanto, no hace un alcance específico al área de estudio, ni se refiere al cuidado específico de humedales o cuerpos de agua dentro de sus objetivos o alcances.

4.1.2.2 PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA AL 2021

Es un instrumento que se enmarca en la planificación de intervenciones en materia de Obras Públicas y de Gestión del Recurso Hídrico de la Región de La Araucanía, basándose en la visión, objetivos y lineamientos estratégicos del Plan Regional del Programa de Gobierno 2010 – 2014 y la recién revisada Estrategia Regional de Desarrollo 2010-2022. Además, les da un marco territorial a las líneas de acción definidas en el Plan Director de Infraestructura MOP al 2025 y de los Planes Especiales vigentes como por ejemplo el Plan de Infraestructura para Comunidades Indígenas en Territorios Rurales.

Su objetivo es contribuir a través de la provisión de servicios de infraestructura y la gestión del recurso hídrico, al mejoramiento de la competitividad y posicionamiento regional, fortaleciendo e integrando los ámbitos socio cultural, calidad de vida de sus habitantes, dinamismo e innovación económico productivo regional -con énfasis en los sectores silvoagropecuarios, industria alimentaria y turismo de intereses especiales- lo anterior, de manera sustentable y valorando la componente étnica regional.

Este plan busca integrar la inversión de los servicios MOP en la región respecto de los requerimientos de infraestructura identificados en las diferentes etapas de análisis, consulta, participación ciudadana y diagnóstico, entre los que se pueden nombrar:

• Mejoramiento de conectividad regional e interregional.

• Integración del territorio, mayores accesos a comunidades mapuche y localidades aisladas.

• Mejoramiento de accesos a polos de desarrollo en especial a sectores productivos emergentes.

• Reposición de puentes.

• Mejoramiento y potenciación de rutas turísticas y rescate del patrimonio regional.

• Desarrollo de bordes costeros a través de la provisión de servicios de infraestructura portuaria, marítima, fluvial y lacustre.

• Mejoramiento de estándares de protección de la población y de la infraestructura por acciones de mareas, oleajes y catástrofes de la naturaleza.

• Mejoramiento en cantidad y cobertura de Agua Potable Rural.

• Realización de estudios formales de la disponibilidad de aguas subterráneas en la región, además contar con una completa red de monitoreo del recurso hídrico.

Incluye además algunos lineamientos estratégicos ministeriales para el 2025, donde se incluye entre varios otros: Consolidar la infraestructura necesaria para el desarrollo y la integración: Puerto pesquero artesanal o potenciamiento de Queule. Esto como una de las acciones estratégicas dentro del contexto territorial denominado Intercultural de Ríos y Mares, nombrado anteriormente en la ERD (Figura 5).

Otro lineamiento que resulta complejo para el escenario actual identificado en los humedales de Queule, que hace referencia a: Desarrollar un programa regional de riego y drenaje. Ya que, si bien se justifica por las actividades productivas predominantes en el área, ejecutar más obras de canalización y drenaje debe ser tomado como una tarea cuidadosa y compleja en el escenario actual, en donde la cantidad de drenajes se transforman en una de las principales amenazas del estado actual de los humedales.

Finalmente, dentro de los estándares buscados como meta se nombra para los servicios de Obras Portuarias, el propósito de otorgar una adecuada protección a los bienes públicos y privados, con un nivel de servicio deseado de mantener el 100% de zonas de riesgo, dotadas con infraestructura de protección, y un estándar de servicios a comprometer de alcanzar un 100% de protección de áreas de inundación en las localidades de Nehuentue, Saavedra, La Barra y Queule. Estas últimas 2 caletas pesqueras, ubicadas dentro del área de estudio.

Si bien muchas de las iniciativas que pretender financiar el MOP son centradas en infraestructura regional enfocadas en la competitividad internacional, existen algunas enfocadas en temáticas relacionadas a la calidad de vida urbana y mitigación de riesgos naturales (principalmente de inundación o anegamiento), sin embargo ninguna hace referencia directa a los humedales, en cuanto los objetivos del MOP están más enfocados en la gestión del recurso hídrico mediante el fortalecimiento de la infraestructura y la mejora en el manejo de cuencas, todo desde un punto de vista más enfocado en la visión productiva que buscan fortalecer en la región.

4.1.3 IPT de escala nacional

4.1.3.1 PLAN NACIONAL DE PROTECCIÓN DE HUMEDALES 2018 – 2022

Este plan corresponde a los compromisos suscritos por Chile respecto de la Convención RAMSAR y el cumplimiento de las Metas Aichi, los que indican que debe haber un deber de conservación y uso racional de los humedales, y aunque los sitios Ramsar no corresponden a áreas protegidas en términos formales, si se entienden como "áreas bajo protección oficial" para efectos del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. En este sentido, Chile cuenta con 16 sitios Ramsar, comprometiendo una superficie total aproximada de 363.927 ha (MMA, 2018).

Acorde a lo indicado en este plan, del total país, la Región de La Araucanía está entre las 3 con menor superficie protegida de humedales (Figura 6).

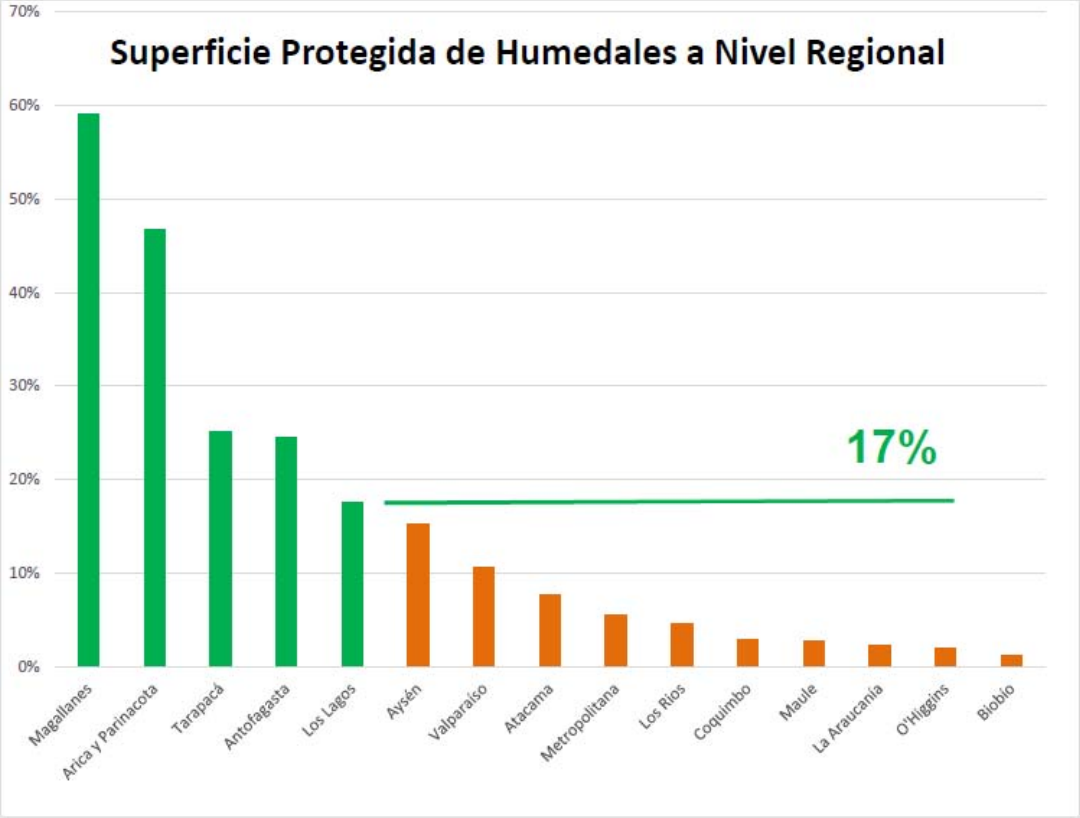
A grandes rasgos, la propuesta del Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 – 2022 consiste en crear 40 áreas protegidas a lo largo del país (más de 250 mil ha) durante este período, de estos, 2 humedales están ubicados en la Región de La Araucanía, siendo uno de estos precisamente el humedal de Queule, mientras que el otro corresponde al Lago Tinquilc. Esto mediante un proceso que les de reconocimiento legal como área protegida, levantando un informe técnico y de antecedentes, con instancias de participación ciudadana y difusión, una propuesta ante el Consejo de ministros para la Sustentabilidad y concluyendo con la firma y publicación mediante decreto.

Cuadro 8. Humedales de la Región de La Araucanía que forma parte del Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 – 2022

Nombre del humedal	Categoría Área Protegida Propuesta	Superficie aproximada a proteger (ha)
Lago Tinquilco	Santuario de la Naturaleza	298
Queule	Santuario de la Naturaleza	9.636

Fuente: MMA, 2018

Figura 6. Superficie Protegida de Humedales a Nivel Regional



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, 2018

4.1.3.2 ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD 2017 – 2030

Si bien la ENB no corresponde a un IPT propiamente tal, si se vincula a estos de forma bastante directa en cuanto responde al objetivo de buscar herramientas que permitan gestionar la biodiversidad del país, generando condiciones adecuadas para mejorar el sistema de áreas protegidas del país y de instrumentos específicos como planes de desarrollo y marcos de planificación sectorial, entre los que se pueden incluir algunos de los analizados en esta sección.

La Estrategia se implementa el año 2003, y luego se ha actualizado tanto a nivel nacional como regional, donde se busca implementar medidas para la conservación de la biodiversidad, identificando sitios prioritarios de los ecosistemas del país. El proceso de actualización más reciente correspondió al Proyecto "Planificación nacional de la biodiversidad para apoyar la implementación del Plan Estratégico del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) 2011-2020" (GEF-MMA-PNDU).

En el diagnóstico realizado para la región de La Araucanía se han priorizado todos los humedales costeros de la región, los que a su vez también fueron definidos como sitios prioritarios en la Estrategia Regional de Biodiversidad de la región. Esto incluye los humedales de Queule (además del Lago Budi y humedal Moncul) considerando una superficie de 9.636 ha, y cuya propiedad corresponde principalmente a comunidades indígenas y empresas forestales.

La zona se caracteriza por la presencia de hualves, juncales y plantas acuáticas no presentes en ningún sistema de áreas protegidas. En la zona existe una concentración importante de especies de avifauna muchas de las cuales son migratorias y un ecosistema marino con reservas genéticas de *Choromytilus chorus*, declarada reserva genética.

Por otro lado, identifica como principales amenazas: la habilitación de suelos agrícolas mediante drenaje de suelo; amenaza de la tala del bosque nativo, produciendo erosión y sedimentación, cerrando la boca del estuario a un estrecho canalizo; disminución de la boca del estuario producto de la erosión y sedimentación; aumento del número de especies exóticas presentes en el área; sobreexplotación de los recursos pesqueros.

4.2 Revisión de información de la infraestructura ecológica planificada de la región de La Araucanía

4.2.1 Resultados de la Etapa de Inventario

4.2.1.1 Inventario de la Biodiversidad

Los criterios utilizados para el Inventario de la Biodiversidad fueron Representatividad, Singularidad Pristinidad, e Integridad, los que se describen en el Cuadro 9. Criterios para el Inventario de la Biodiversidad.

Cuadro 9. Criterios para el Inventario de la Biodiversidad

Criterios de Biodiversidad	Descripción
Representatividad	Se expresa operativamente como el grado presencia de especies paraguas en cada unidad del paisaje ecológico. el enfoque basado en distribución de especies “paragua” y especies “bandera” en sí mismo incorpora el concepto de representatividad.
Singularidad	Se expresa en la presencia de ecosistemas, sistemas naturales o hábitats con cualidades particulares, dadas por: la presencia de vegetación nativa, presencia de humedales y cuerpos de agua lacustre.
Pristinidad (Naturalidad)	Se expresa de forma operativa como la presencia de áreas no intervenidas por actividades antrópicas. Para efectos de espacializar la pristinidad se ha consideró el concepto de pristinidad potencial, definido como la ausencia de elementos antrópicos y de especies alóctonas.
Integridad	Se expresa como la proporción inversa a la fragmentación de la biodiversidad. Es decir, unidades o paisajes ecológicos continuos y/o menos fragmentados son considerados más íntegros.

En los humedales de Queule se distribuyen especies que presentan interés de conservación para el Sistema natural Cuenca del Río Queule como los mamíferos *Puma concolor* (puma)*, Leopardus guiña* (güiña)*, Lontra provocax* (huillín)*, Pudu pudu* (pudu) y las aves *Megaceryle torquata* (martín pescador)*, Patagioenas araucana* (torcaza) *y Strix rufipes* (concón). Entre las especies mencionadas se presentan especies banderas como puma, huillín, pudú o güiña.

Con respecto a los criterios, la representatividad de la biodiversidad en los humedales de Queule presenta valores medios y bajos, lo que significa que es un paisaje moderadamente representativo a nivel regional. Se determinaron los humedales de Queule como una zona de alta singularidad, es decir, son ecosistemas con cualidades particulares, y que, de cierta forma, junto a otros humedales costeros de aguas salobres, mantienen un ecosistema costero continuo. En cuanto a la pristinidad potencial de los humedales de Queule, estos presentan un alto valor, mientras que la fragmentación de esta pristinidad es media y baja.

4.2.1.2 Inventario de los Servicios Ecosistémicos

El mapeo de los SS.EE. se realizó utilizando el protocolo ECOSER, y sus herramientas para SIG (Barral, 2016). Los servicios ecosistémicos fueron estimados con respecto a las funciones ecosistémicas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Funciones ecosistémicas utilizadas para estimar los servicios ecosistémicos en la planificación ecológica.

Funciones ecosistémicas	**Servicios Ecosistémicos**
Función ecosistémica: Control de erosión	Servicio ecosistémico: Provisión de agua superficial
Función ecosistémica: Retención de exceso de precipitación por vegetación	Servicio ecosistémico: Provisión potencial maderera
Función ecosistémica: Retención de exceso de precipitación por humedales y cuerpos de agua	Servicio ecosistémico: Provisión potencial de alimentos
Función ecosistémica: Almacenamiento de carbono en biomasa	Servicio ecosistémico: Regulación climática
Función ecosistémica: Almacenamiento de carbono en el suelo	Servicio ecosistémico: Regulación de inundaciones
	Servicio ecosistémico: Cultural significación cultural

Los servicios ecosistémicos que presentaron altos valores en los humedales de Queule fueron provisión de agua, regulación climática y SSEE culturales. Los SS.EE. que presentaron valores medios y bajos fueron provisión potencial de madera (medio), regulación de inundaciones (medio) y regulación de provisión de alimentos (bajo).

De manera integrada, en la Etapa de Inventario de los Servicios Ecosistémicos, se determinó que los humedales costeros de Queule presentan una alta concentración de servicios ecosistémicos, con respecto a otros territorios de la región.

Además, se aplicó la técnica participativa de Mapa Parlante, con el objetivo de que los actores del Comité Operativo de Biodiversidad indicaran en mapas impresos de toda la Región de La Araucanía, los sectores de interés a considerar en el proceso de planificación ecológica considerando aspectos relevantes desde su punto de vista y de las instituciones que representan. Los resultados de estos talleres arrojaron que zonas estuarinas como la del río Toltén son altamente valoradas, así mismo los humedales de Queule, por su alta biodiversidad y ser zonas de nidificación, migración y reproducción de aves.

4.2.2 Resultados de la Etapa de Evaluación Ecológica

4.2.2.1 Relevancia

En cuanto a la relevancia de biodiversidad, la macrozona que constituyen las zonas cercanas a la costa de la región, principalmente la zona de desembocadura de los ríos Cautín y Toltén, y el Lago Budi, poseen una alta relevancia. Sin embargo, la zona de desembocadura de los ríos presenta mayor fragmentación, lo que se ejemplifica en el conjunto de ecosistema de los humedales de Queule, en la zona sur de la costa de La Araucanía.

En cuanto a la relevancia para la oferta de servicios ecosistémicos, se observa una alta relevancia en la zona costera que comprende la zona del lago Budi, la desembocadura de los ríos Cautín y Toltén, Moncúl, incluyendo los humedales de Queule, observándose en los sectores cercanos, zonas de relevancia media.

4.2.2.2 Sensibilidad

Con respecto a la sensibilidad de la biodiversidad (Figura 7), los humedales de Queule presentan una alta sensibilidad por biodiversidad. Destaca la presencia de hualves, juncales y plantas acuáticas que no se encuentran bajo protección legal. Es un importante ecosistema estuarino. Presenta bosque Laurifolio de Valdivia, bosques pantanosos y extensos humedales. Los criterios de valoración de la sensibilidad, al igual que para el Inventario, fueron Representatividad, Singularidad, Pristinidad, Integridad, además de la vulnerabilidad integrada.

Con respecto a la sensibilidad por servicios ecosistémicos (Figura 8), a nivel regional se observa un claro perfilamiento de las zonas altamente sensibles. Estas corresponden a la zona de humedales de Queule y desembocadura del río Toltén, Moncúl, el lago Budi y la zona de humedales de la desembocadura del río Cautín. En los humedales de Queule, la estructura de bosque pantanoso y humedales permite sustentar altos valores de servicios ecosistémicos, como es el caso de provisión de agua, provisión potencial maderera, regulación climática, regulación de inundaciones y significancia cultural.

Figura 7. Mapa de Sensibilidad de la Biodiversidad región de La Araucanía, detalle comuna de Toltén.

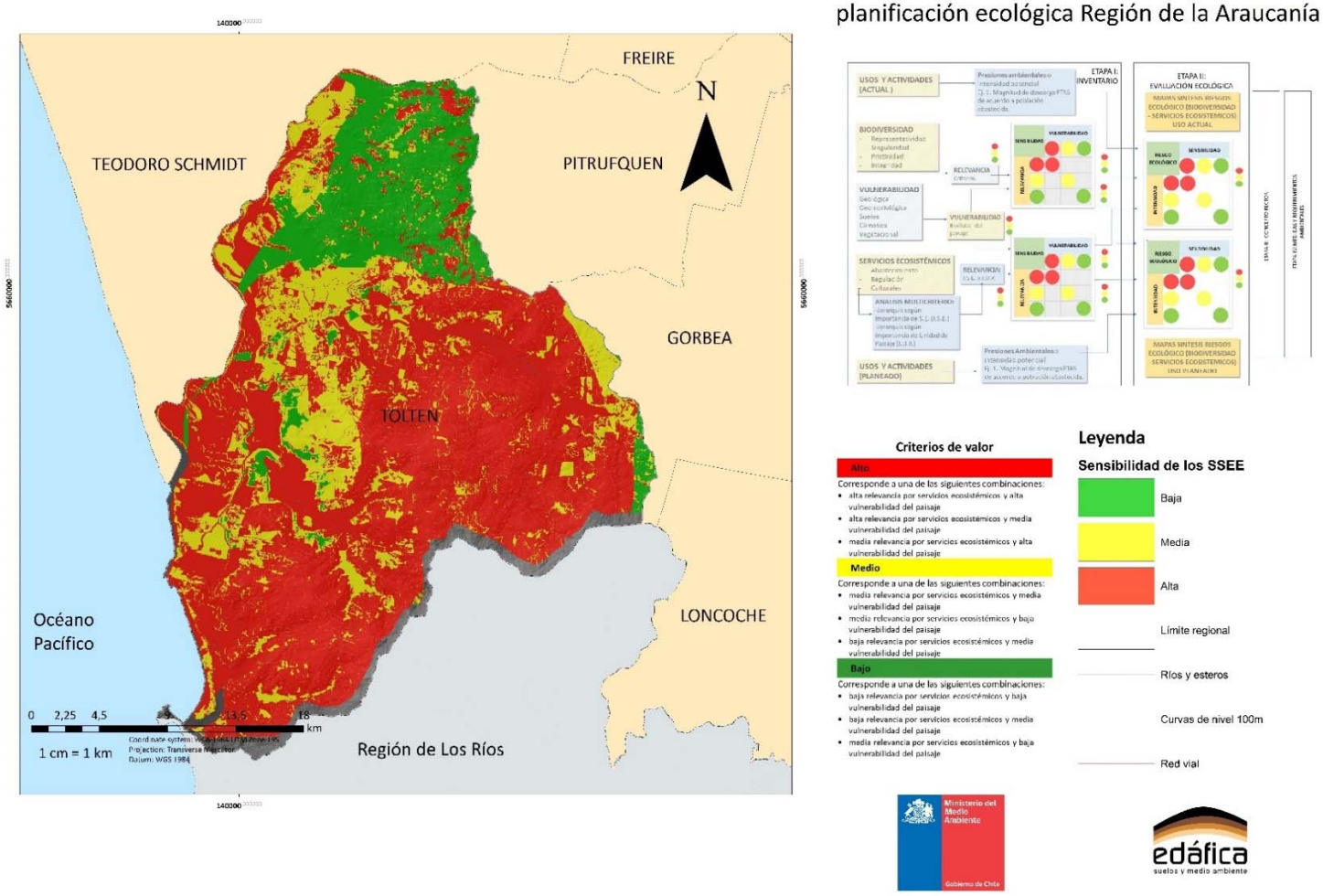
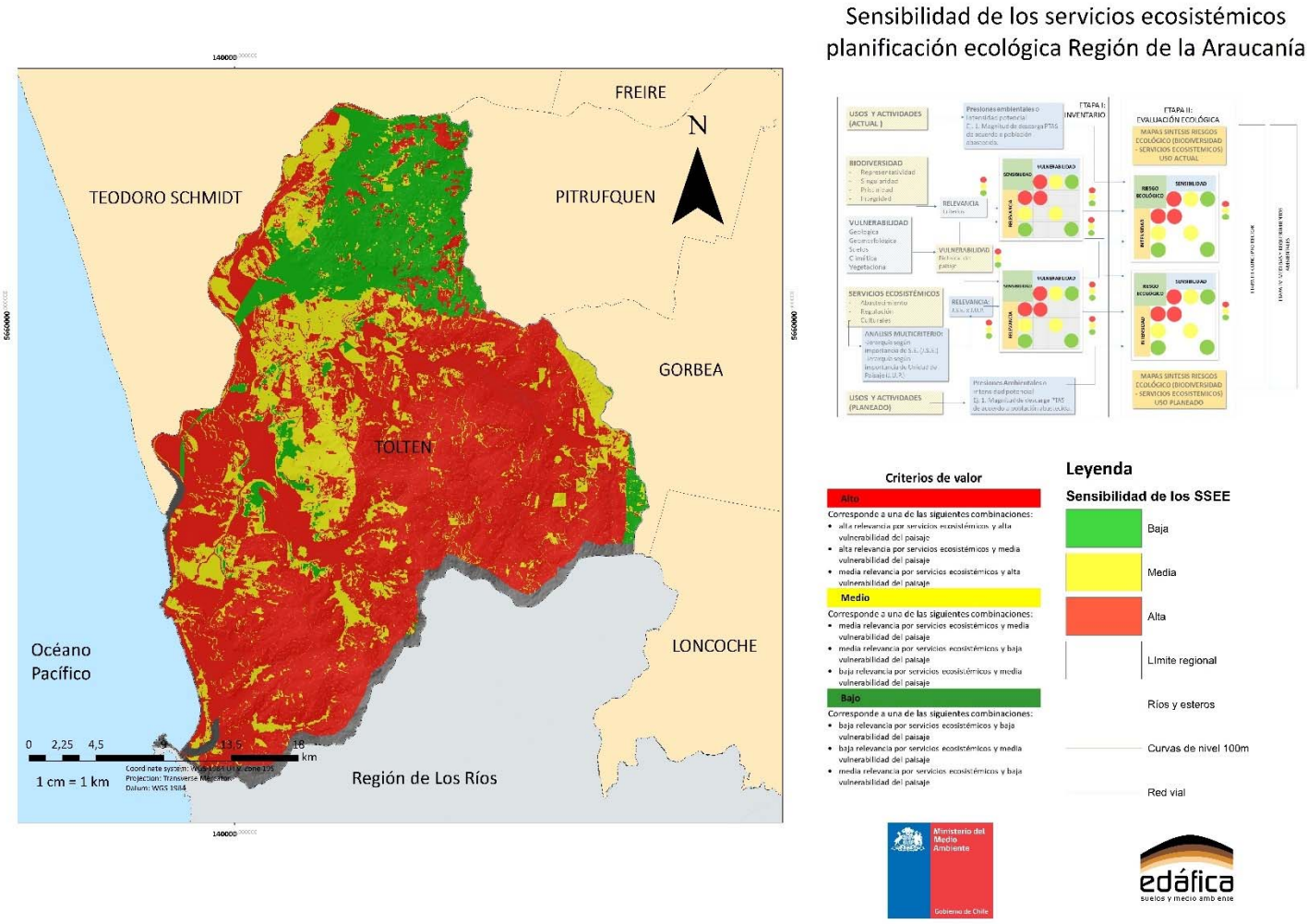


Figura 8. Mapa de Sensibilidad de los servicios ecosistémicos de la región de La Araucanía, detalle de la comuna de Toltén.



4.2.2.3 Evaluación de riesgo ecológico actual

En la región de La Araucanía predomina una zona amplia de riesgo medio para la biodiversidad, que incluye zonas costeras, ambas cordilleras y la depresión intermedia. Salvo la zona sur de la zona intermedia que consideran en parte las comunas de Cunco, Pitrufquén, Villarrica y Gorbea. Por el contrario, las zonas con riesgo ecológico alto para la biodiversidad son los sistemas de humedales de Queule y desembocadura del río Toltén en la comuna del mismo nombre, y en la ribera norte del rio Toltén por la comuna de Teodoro Schmidt en el sector de Hualpin.

Con respecto al riesgo ecológico para la provisión de servicios ecosistémicos, se observan a lo menos cuatro sectores con alto riesgo ecológico. Una zona importante es la costa sur, donde en el sector bajo y desembocadura del río Toltén y en los humedales del Queule, se observa una zona de alto riesgo ecológico, fragmentado con una zona de riesgo ecológico medio. Esta zona comprende gran parte de la comuna de Toltén y una parte de la comuna de Teodoro Schimdt, en el sector de Hualpin.

Para el Sitio Prioritario Humedales de Queule, se presenta un riesgo ecológico medio en 63,15% de la superficie para biodiversidad y servicios ecosistémicos, principalmente por la presencia de bosques, humedales y cuerpos de agua, la cual disminuye la intensidad de uso en el área.

4.2.3 Resultados de la Etapa Concepto Rector

4.2.3.1 Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ)

En el sector de humedales de Queule y en torno a la ribera de la zona de desembocadura del río Toltén se distribuyen zonas con OAZ de restauración de primera prioridad. Esta zona combina OAZ de restauración de segunda prioridad y además OAZ de protección. También se presentan en este sector parches con OAZ de Desarrollo Sustentable de primera prioridad, principalmente en sectores de praderas y cultivos.

En comparación con otros Sitios Prioritarios de la región, los humedales de Queule presentan la segunda mayor superficie con OAZ de restauración, con 3.624 ha, presentando también la mayor superficie con OAZ de protección y OAZ de Desarrollo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Superficie de Objetivo Ambiental Zonificado (OAZ) para Sitio prioritario *Humedales de Queule*

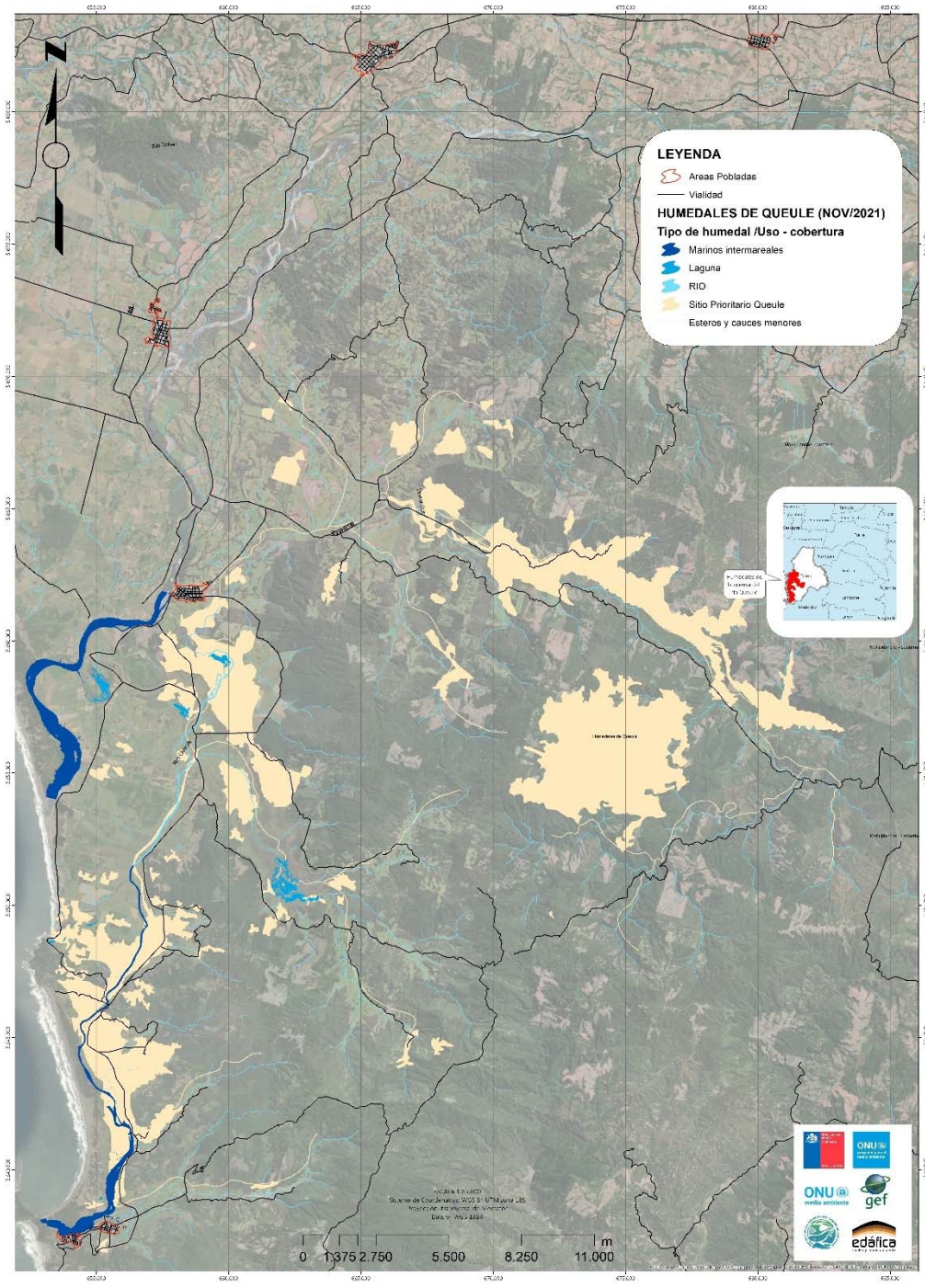
Sitio Prioritario	OAZ Restauración (ha)	OAZ Protección (ha)	OAZ Desarrollo (ha)
Humedales de Queule	3.624,5	5.236,8	802,1

4.2.3.2 Sitio Prioritario Humedales de Queule

El Sitio Prioritario (SP) Humedales de Queule, ubicado en la comuna de Toltén tiene una superficie aproximada de 9.664 ha. Se encuentra en una condición regular. Pese a que más de la mitad de su superficie posee OAZ de restauración, y se encuentra rodeado por una matriz forestal, posee también áreas de bosque nativo aledaños que se podrían adjuntar al sitio prioritario.

Desde el punto de vista de la infraestructura ecológica regional, este SP es relevante dado la baja tasa de protección de la costa si se le compara con la Cordillera de Los Andes, en donde se encuentran la gran mayoría de áreas protegidas del país. Se recomienda ampliar este sitio prioritario incorporando áreas núcleo potencial no incorporadas en los polígonos del actual sitio prioritario.

Figura 9. Sitio Prioritario Humedales de Queule



Fuente: Edáfica -MMA, 2018

Para la protección del SP, se mencionan en el informe las siguientes recomendaciones: adjuntar zonas aledañas con categoría de protección, realizar un programa de restauración en los sitios aledaños al SP, avanzar hacia alguna categoría de conservación superior y ejecutar un acuerdo público-privado para la mantención de este SP (Edáfica - MMA, 2018).

4.3 Aplicación de la metodología de Evaluación de las Oportunidades de Restauración (ROAM) para identificar áreas prioritarias a restaurar con enfoque de cuenca

4.3.1 Valoración social

Los principales resultados se ordenan en torno a los temas más recurrentes en las conversaciones. En este sentido, las entrevistas fueron dirigidas por los objetivos antes mencionados, a través de la pauta de entrevistas. En consecuencia, los principales resultados responden a los principales usos de suelo, transformaciones del paisaje y las eventuales oportunidades de restauración. Se procuró conocer a través de las valoraciones y experiencias de las personas entrevistadas, los diversos usos de suelo en el territorio, los cambios de uso de suelo en el tiempo, la relación con servicios ecosistémicos y construcción de bienestar local, así como también la percepción sobre humedales en el territorio.

Los temas expuestos por las personas entrevistadas se acumulan temáticamente por su similitud en un proceso denominado *saturación de contenidos.* El análisis se realiza dentro de la estructura que permite la pauta y en función de dos tipos de patrones: aquellos que ***convergen*** tanto en su valoración, percepción y como experiencias declaradas, y aquellos que divergen de la conversación general, pero, aunque coincide temáticamente, son diferentes en alguna dimensión humana (ser, hacer, tener, interactuar) o de acuerdo con otra forma humana (valoración, motivación, conocimientos, sentimientos o experiencias). Los principales temas expuestos por las personas entrevistadas se indican en el Cuadro 12. Síntesis análisis general.

Cuadro 12. Síntesis análisis general

Dimensión	Variable	Patrón de convergencia	Patrón de divergencia	Priorización/cartografía
Territorio y paisaje	**Uso de suelo**	Uso del suelo para economía doméstica.	Humedal como fuente de vida. Mejorar la información para conocer los humedales objetivamente.	**Territorio: praderas y cuerpos de agua.** **Uso: economía de subsistencia para ganado, cultivos y belleza escénica relacionada a turismo.**
	Tipo de humedal	Humedal como restricción para el desarrollo local.		**Territorio**: Ribera y bosques. **Uso**: prácticas mapuches particulares relacionadas a la riberas y bosques.
	Tipo ecológico	Humedal como restricción para el desarrollo local.		
Restauración		Los escenarios de protección ambiental que puedan significar limitaciones a sus actividades económicas y de subsistencia se mira con recelo.	Es necesario socializar los objetivos con la población y garantizar que se logrará un equilibrio entre los intereses económicos de propietarios, residentes y comuneros y los objetivos de protección ambiental de los humedales.	Zonas en las que empresas forestales han extendido sus plantaciones acercándose a las riberas y sectores de inundación, puesto que estas han realizado obras de canalización y drenaje que han afectado el régimen de inundación. Zonas que requieren intervenciones para restituir los flujos de inundación natural.
Servicio ecosistémico	**Aprovisionamiento**	Cultivo para economía de subsistencia y agricultura de mediana escala. El agua es escaza, tanto para consumo humano, como para animales.		**Territorio:** praderas, riberas y sectores residenciales para economía de subsistencia. **Uso:** cultivo de pequeña y mediana escala, producción primaria.
	Regulación	Cambios en la temperatura más calor y más frío. Se perciben y se experimentan más inundaciones.		**Territorio:** paisaje general. **Uso**: residencial y economía doméstica.
	Cultural	Conservar actividades recreativas y educacionales. Turismo.	Prácticas mapuches tradicionales.	**Territorio:** paisaje general. **Uso:** Subsistencia y Ocio.
Bienestar local	**Seguridad**	Inseguridad personal y comunitaria, tanto por experiencias de robos, como por la actividad climática.		**Territorio**: paisaje general con énfasis en canales y riberas. **Uso**: protección contra inundaciones.
	Bienes básicos para una buena vida	Se considera como un lugar privilegiado	Escasez de agua en términos generales.	**Territorio**: praderas y residencial. **Uso**: economía de subsistencia. (agricultura, ganadería y turismo)
	Salud			**Territorio**: paisaje general. **Uso**: apreciación de belleza escénica y salud mental.
	Buenas relaciones sociales	Se pierde la cohesión interna por mayor presencia de diferencias culturales, como por ejemplo la presencia de cultos evangélicos (dogmatismo extremo) y la necesidad de satisfacer de alguna forma la demanda habitacional	Cultura mapuche en declive.	**Territorio**: paisaje general. **Usos**: economía de subsistencia, recreación y prácticas culturales tradicionales, con énfasis en la cultura mapuche.

Fuente: Elaboración propia en base información levantada en entrevistas

4.3.1.1 Patrón de convergencia

Predomina la necesidad de subsistir y es el espacio propio de la economía de subsistencia la que se instala en las conversaciones. Las estrategias redundan y pululan en cultivos para fardos, avena y similares. También hay presencia de actividad ganadera pero muy relacionado al mismo tipo de economía. En este sentido, el uso del suelo no varía. Se concentra en las praderas lo que exige canalizar excesos de agua. No identifican tipos de humedales y los consideran una molestia. Si a esto se le agregan actividades de conservación como exigencia externa (de parte de autoridades, por ejemplo), se vuelve un tema desagradable, incluso amenazante a las posibilidades de subsistir. No hay buena disposición para relacionarse con los humedales y tampoco hay mayores capacidades instaladas para subsistir que las ya mencionadas.

Los territorios dominados por este esquema de valoración son fundamentalmente praderas y cuerpos de agua. En menor medida se mencionan iniciativas de turismo y están vinculadas a cuerpos de agua o costa (todo tipo de playa) para actividades relativas al "camping" o gastronómico. En menor medida la conversación se inclinaba al tema forestal o al bosque. No hay muchas menciones que destaquen conocimiento sobre humedales o tipos de humedales, con excepción de las personas de mayor edad, que sí tienen muchos recuerdos con presencia de territorios o paisaje similar al humedal tipo ecológico ribereño o de bosque. También la conversación sobre humedales y agua remite rápidamente a experiencias de inundaciones, lo que en varias entrevistas lleva a los interlocutores a preguntarse si las canalizaciones hacen realmente bien al territorio.

El marco de servicios ecosistémicos y bienestar local permite indagar de buena forma en el aporte del territorio para el buen vivir. En varias entrevistas se destaca la belleza escénica y el "privilegio" de vivir en un lugar así. No obstante, la vida de campo es valorada como "dura", aunque se puede cultivar para subsistir, destacan las grandes distancias y el clima. No son menores las conversaciones sobre seguridad e integración (cohesión social) entre los vecinos, porque persiste el tema de la desconfianza entre vecinos, mapuches, evangélicos y delincuentes. Hay una presión importante de poblaciones y necesidad de terreno por presencia de "tomas", en particular destaca el caso del "Portal de Queule".

4.3.1.2 Patrón de divergencia

La cultura mapuche aparece como un tema divergente dentro de las temáticas de uso de suelo. Tanto en sus prácticas tradicionales, como en la identificación de territorios para conservar. Desde esta visión en aparente declive, se considera el humedal como fuente de vida, con especial mención a los *menokos* y espacios tradicionales donde se encuentran especies vegetales especialmente valiosas para prácticas medicinales.

Se considera que se debe mejorar la información para conocer los humedales objetivamente, es decir, ya no prevalecen visiones conservacionistas y predomina una valoración donde el humedal es considerado un obstáculo para sobrevivir, en ese sentido si hay que conservar, se tiene que explicar claramente por qué y cómo, siempre y cuando no amenace el desarrollo local instalado. Es necesario socializar los objetivos con la población y garantizar que se logrará un equilibrio entre los intereses económicos de propietarios, residentes, comuneros y los objetivos de protección ambiental de los humedales.

En menor medida y desde la valoración mapuche más tradicional, se sugiere que el agua para consumo humano y animal escasea, lo que no era común hace 20 años y se considera como amenaza la expansión forestal.

4.3.1.3 Oportunidades de restauración

Las siguientes consideraciones se plantean como relevantes antes de establecer territorios específicos para acciones de restauración en el territorio de los humedales de Queule:

- Los escenarios de protección ambiental que puedan significar limitaciones a sus actividades económicas y de subsistencia se mira con recelo.
- Es necesario socializar los objetivos con la población y garantizar que se logrará un equilibrio entre los intereses económicos de propietarios, residentes y comuneros y los objetivos de protección ambiental de los humedales.
- Zonas en las que empresas forestales han extendido sus plantaciones acercándose a las riberas y sectores de inundación, puesto que éstas han realizado obras de canalización y drenaje que han afectado el régimen de inundación.

De esta forma, en el Cuadro 13 se sistematizan elementos clave para orientar las áreas a restaurar para la generación de una cartografía de oportunidades de restauración de los humedales de Queule.

Cuadro 13. Elementos clave para orientar las áreas a restaurar en los humedales de Queule

Dimensiones		**Territorio**	**Uso**
Uso de suelo		praderas y cuerpos de agua.	economía de subsistencia para ganado, cultivos y belleza escénica relacionada a turismo.
Humedales		Ribera y bosques.	prácticas mapuches particulares relacionadas a la riberas y bosques.
Servicios ecosistémicos	aprovisionamiento	Praderas, riberas y sectores residenciales para economía de subsistencia.	cultivo de pequeña y mediana escala, producción primaria.
	regulación	Praderas y bosque con énfasis en turismo y residencia	residencial y economía doméstica.
	cultural	Playa y bosque con énfasis en belleza escénica, recreación y turismo.	subsistencia, ocio, Educación.
Bienestar local	seguridad	Playas con énfasis en canales y riberas.	protección contra inundaciones.
	Bienes básicos para una buena vida	Praderas y residencial.	economía de subsistencia. (agricultura, ganadería y turismo)
	salud	Playas, riberas y bosque.	apreciación de belleza escénica y salud mental.
	buenas relaciones sociales		economía de subsistencia, recreación y prácticas culturales tradicionales, con énfasis en la cultura mapuche.

Fuente: Elaboración propia en base información levantada en entrevistas

4.3.1.4 Oportunidades desde el ámbito Social

Considerando los diversos elementos claves antes mencionados para la priorización de la restauración de los humedales de Queule, resulta fundamental considerar para la toma de decisiones el cambio cultural de ciertas comunidades Mapuche que han pasado de respetar los humedales como un ente sagrado a perder alto grado de valoración de ellos movidos por creencias evangélicas, lo cual representa una amenaza permanente al cuidado y protección de estas áreas. En este mismo contexto, se suma el desarrollo de un turismo no regulado que da paso a la caza de aves, de otras especies para usos de su piel, pesca “deportiva”, uso de máquinas a motor, como motos de agua, y finalmente, construcción de viviendas ilegales sobre estos ecosistemas. En un contexto de paisaje forestal, el escenario continúa avanzando hacia la pérdida de bosque nativo, rodeando estos humedales con plantaciones forestales, principalmente de pino, que han ido degradando las laderas de estos ecosistemas, drenando y modificando sus niveles de agua y escorrentías. El turismo bien regulado se

presenta entonces, como un desafío y oportunidad de desarrollo sustentable para las comunidades y actores claves interesados en llevar a cabo actividades relacionadas a este rubro en base a los servicios y funciones ecosistémicas que prestan los humedales, como por ejemplo observación de aves, kayaking, y gastronomía local. Esta actividad que al parecer operaría de manera informal, requiere de la creación de un plan de acción e inversión por parte de los respectivos servicios públicos competentes junto al liderazgo de la Municipalidad de Toltén y organizaciones de base como comunidades Mapuche, cooperativas y pescadores artesanales.

Las oportunidades de aprovechar estos ecosistemas como aulas al aire libre contribuirían tanto a la educación de los diferentes habitantes de la comuna, principalmente niños, niñas y jóvenes, y por tanto a la valoración y cuidado de estas áreas.

Finalmente, desde esta perspectiva social y los criterios mencionadas, se sugiere considerar para la toma de decisión, tres áreas que fueron planteadas por diversos motivos durante este proceso (Figura 10):

Humedal La Patagua

Condiciones del Área	Estrategia de Restauración y Conservación
En el humedal La Patagua aún es posible encontrar una gran diversidad de especies: peces, Nutria, la cual es cazada para el uso de su piel, aves como La Tagua, Pollolla, Gaviotas, Cisnes y Pidén. Ranas entre los Totorales que ahora ya no se ven.	Establecer un programa de monitoreo y avistamiento de avifauna del humedal, junto con normativas para la prohibición de caza.
Se ha mantenido un paisaje forestal de especies como los Sauces llorones, valorando la caída de sus ramajes hacía el río.	Establecer un programa de forestación con especies nativas de la zona.
Se encuentra completamente amenazado por un turismo no regulado, pero con una gran oportunidad de ser conservado a través de buenas prácticas	Establecer un programa de Turismo Sustentable, considerando como meta la declaratoria e implementación de una Zona de Interés Turístico (ZOIT).
Existe la presencia de La Cooperativa de Trabajo Turismo Lafquenche, Sector Quillhuafilo-La Patagua, integrada por algunos socios de comunidades Mapuches, entre la desembocadura del río y la Barra. Requieren de mayor formación y capacitación para continuar de manera sustentable con la Pesca recreativa, avistamiento de aves y gastronomía mapuche.	Incorporar programa de capacitación para prestadores de servicios turísticos relacionados a humedales.
Oportunidad de desarrollo de actividades educación ambiental	Establecer un programa formal de educación ambiental, tanto para los alumnos de los establecimientos educacionales de la comuna de Toltén como para sus habitantes.

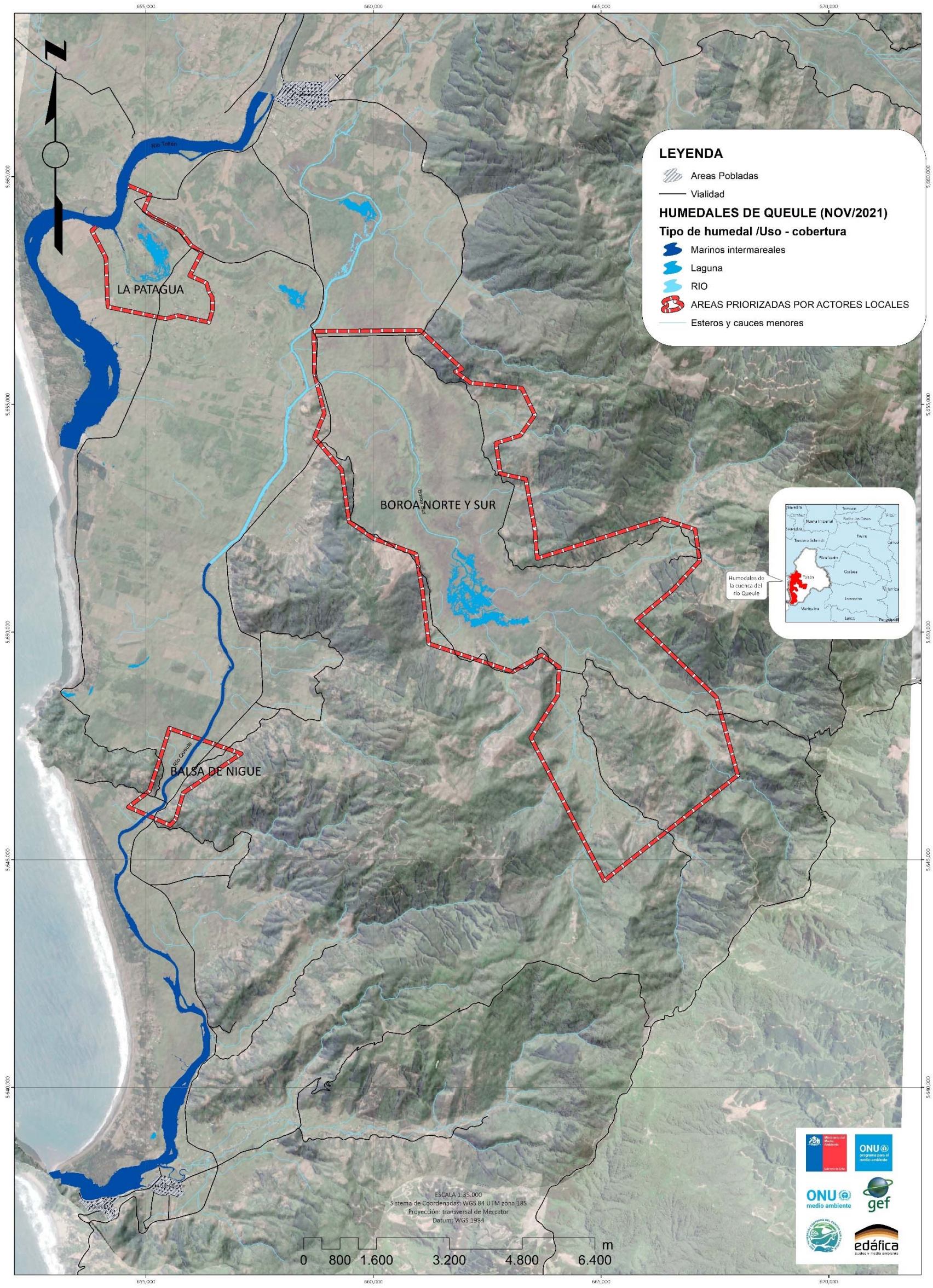
Humedal(es) La Balsa de Nigue

Condiciones del Área	Estrategia de Restauración y Conservación
Existe interés por cuidar esta área, dado que es una zona donde el visitante puede observar autónomamente el paisaje, permitiendo el desarrollo de actividades de observación de aves y monitoreo de éstas. La Sra. Praxis Zapata ha colaborado en la identificación y observación de aves.	Establecer un programa de monitoreo y avistamiento de avifauna del humedal, junto con normativas para la prohibición de caza, considerando visitas guiadas y señaléticas que permitan al visitante conocer la biodiversidad presente en el humedal.
Oportunidades de desarrollo de actividades de educación ambiental.	Establecer un programa formal de educación ambiental, tanto para los alumnos de los establecimientos educacionales de la comuna de Toltén como para sus habitantes.
Se requiere levantar información acerca del paisaje forestal que rodea a esta área.	Realizar un diagnóstico de la biodiversidad de especies arbóreas aledañas a los humedales, su estado de conservación y establecimiento de un programa de forestación con especies nativas de la zona.

Humedales entre Boroa Norte y Sur

Condiciones del Área	Estrategia de Restauración y Conservación
En estas áreas, las especies presentes se encontrarían en mejor grado de conservación que en otros lugares, dado el difícil acceso, pero que no impide igualmente enfrentar las amenazas, como entrada de motos de agua y kayak no regulado.	Establecer un programa de monitoreo y avistamiento de avifauna del humedal, junto con señalética que regule las áreas de tránsito y uso aledañas al humedal.
El desarrollo de actividades de observación de aves y turismo sustentable se presenta como una oportunidad clave para el desarrollo de actividades económicas de manera sustentable	Establecer un programa de Turismo Sustentable, considerando como meta la declaratoria e implementación de una Zona de Interés Turístico (ZOIT).
Oportunidad de desarrollo de actividades educación ambiental.	Establecer un programa formal de educación ambiental, tanto para los alumnos de los establecimientos educacionales de la comuna de Toltén como para sus habitantes.
El paisaje forestal en esta área, al parecer, estaría representado por plantaciones de pinos.	Realizar un diagnóstico de la biodiversidad de especies arbóreas aledañas a los humedales, su estado de conservación y establecimiento de un programa de forestación con especies nativas de la zona.

Figura 10. Cartografía de áreas prioritarias según instrumentos de investigación social (entrevistas a actores locales)



Fuente: Elaboración propia

4.3.1.5 Oportunidades desde el ámbito de políticas públicas

Desde el marco del contexto de toma de decisiones a nivel político, el Proyecto de Pagos Basados en Resultados de Chile, bajo el enfoque REDD+, tiene su origen de financiamiento en el Fondo Verde del Clima, dependiente de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), está orientado para países en desarrollo y enfocado en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y que mediante la reforestación, restauración y manejo sustentable de los recursos vegetacionales contribuye a la disminución de la vulnerabilidad ambiental, social y económica que genera el cambio climático.

A su vez, se encuentra apoyado y fortalecido por el acuerdo que Chile ha suscrito durante el Acuerdo de París, donde se compromete a implementar las acciones necesarias para cumplir con los compromisos adquiridos en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC, por sus siglas en inglés), y así transitar hacia un desarrollo inclusivo y sostenible. Estas contribuciones son los principales instrumentos que guían la acción climática en la búsqueda por detener el aumento de la temperatura promedio global, de aumentar la resiliencia del planeta, y de movilizar inversiones públicas y privadas en la senda de un desarrollo sostenible, que considere las variables ambientales, sociales y económicas de manera equilibrada.

En el contexto de este fondo, se implementarán actividades de gestión forestal sustentable en 25.541 ha de bosque nativo. De estas, 7.688 ha deberán ser forestadas o revegetadas; 4.271 ha deberán ser restauradas; 3.844 ha serán manejadas por medio de silvicultura preventiva contra incendios forestales; y 9.738 ha de modelos funcionales de gestión forestal con criterios de ordenación y dendroenergía. Además, se realizarán acciones de educación ambiental, a través de lo cual se buscará informar y educar acerca de la existencia y valor del bosque nativo y destacar los servicios ecosistémicos que éstos brindan; transferencia tecnológica de alternativas de manejo y uso de residuos silvoagropecuarios, ya que se busca entregar a los agricultores alternativas rentables y técnicamente factibles de manejo y uso de sus residuos post cosecha; y el fortalecimiento de la capacidad de fiscalización forestal y ambiental de CONAF, con el objeto de asegurar la protección de los recursos vegetacionales.

De acuerdo con lo conversado con el Sr. Omar Levet, Coordinador de Cambio Climático y Recursos Vegetacionales de CONAF, Región de La Araucanía, sugiere evaluar esta iniciativa junto con la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente e identificar la oportunidad e interés por parte del Municipio de la comuna de Toltén u otros pequeños y medianos propietarios a desarrollar acciones de restauración y transformación de los paisajes forestales aledaños a los humedales de Queule priorizados.

4.3.2 Análisis Multicriterio

Para la ponderación lineal, en base a la consulta a los integrantes del CTL para la distribución porcentual entre los ocho objetivos de priorización, se obtuvieron los valores de ponderación de cada objetivo de priorización, valoración que se indica en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Resultado análisis multicriterio. Ponderadores para cartografía Análisis integrado.

N°	Objetivos de restauración	Ponderador
1	Mejorar la resistencia y la productividad de áreas vulnerables	14%
2	Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuencas	15%
3	Detener y, en la medida de lo posible, revertir la degradación continua de la tierra	13%
4	Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas	11%
5	Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas	12%
6	Restaurar los sistemas naturales de protección costera	13%
7	Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales	9%
8	Apoyar iniciativas locales de restauración	13%

Por otro lado, la evaluación de las variables y la valoración de los objetivos de restauración se encuentra en términos cartográficos en la sección 4.4.2.

A su vez, la evaluación final integrada se presenta en la sección 4.4.3 en donde se identifican las áreas prioritarias para la restauración en los humedales de Queule.

4.4 Áreas prioritarias para restaurar en la cuenca del río Queule

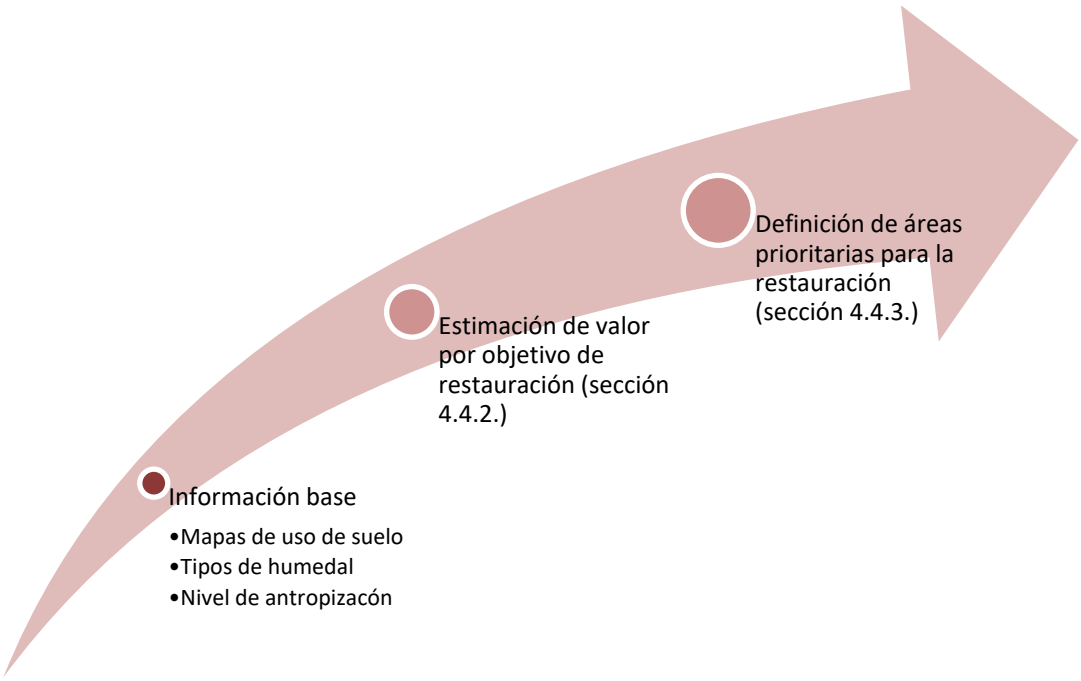
4.4.1 Información base

La información espacial presentada en esta sección, información base, corresponde a las coberturas utilizadas posteriormente para, en principio, la estimación a nivel espacial del cumplimiento de cada uno de los ocho objetivos de restauración y, posteriormente, la determinación de las áreas prioritarias para la restauración en los humedales de la cuenca del río Queule. En la Figura 11 se presenta un esquema de este proceso. Como parte de la información base se trabajó con la cobertura de usos de suelos CONAF (2013), actualizada en el marco del estudio IE de La Araucanía (Edáfica-MMA, 2018) y que nuevamente fue actualizada para las 2 subcuencas consideradas en este proyecto (Cuadro 15 y Figura 12). Sumado a esto, se trabajó con las coberturas del catastro de humedales (Edáfica – MMA,2020), que también fueron actualizadas mediante fotointerpretación y validación de trabajo en terreno (Cuadro 16, Figuras 12 y 13). Por otro lado, se desarrolló una subdivisión de las 2 cuencas consideradas (Queule y Toltén bajo) para ser trabajadas en 27 microcuencas resultantes, con el fin de realizar, en los casos que resultara necesario, un análisis de los resultados en una escala más adecuada. A esto se le suma un análisis del nivel de antropización de las microcuencas, donde se clasificaron en 5 categorías, desde Muy bajo a Muy alto, acorde al grado de actividades antrópicas respecto de la superficie de la microcuenca. Esto bajo el entendido de que las propuestas de gestión de las cuencas para la restauración de sus características ambientales tienen una relación directa con el grado de

conservación o deterioro que estas pudieran tener, esto mediante la relación del cociente de antropización con las superficies de humedales y sus características (Figura 14).

Es necesario señalar que la información base considerada para el nivel de cuenca, fue complementada en nivel de escala para un mayor detalle a partir del procedimiento descrito en la Figura 4, a partir de imágenes Sentinel 2 e imagen satelital de alta resolución provista por GEF para el presente estudio, cuyo análisis en conjunto permitió la identificación y clasificación de los humedales de Queule, en el sector al sur de la ciudad de Toltén hasta el límite con la región de Los Ríos.

Figura 11.Esquema de relación de información base con definición de áreas prioritarias para la restauración.



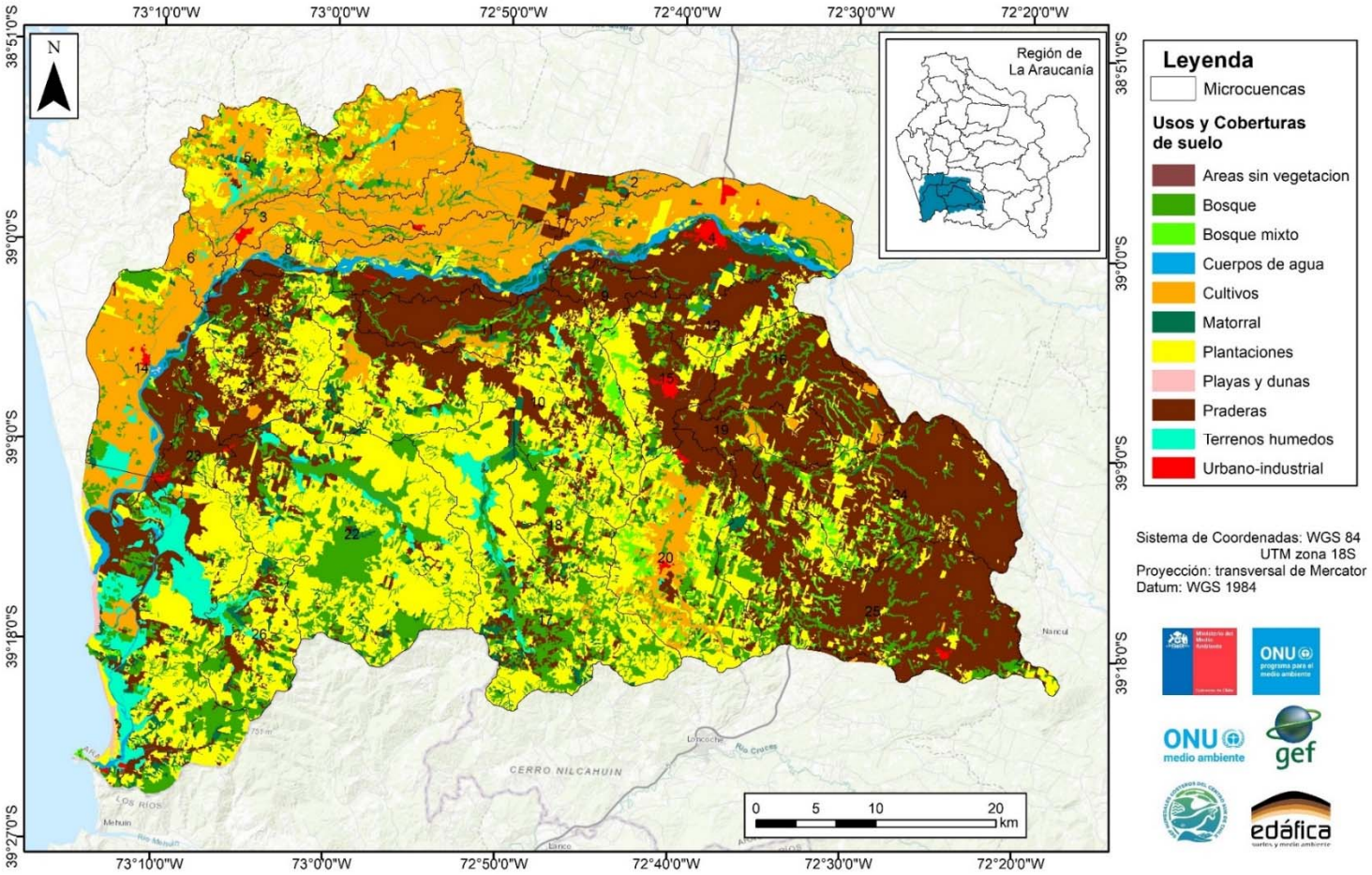
Cuadro 15. Superficies de usos y coberturas de suelo

Uso de suelo	Superficie (ha)
Áreas sin vegetación	103,3
Bosque	42.249,8
Bosque mixto	5.574,0
Cuerpos de agua	5.486,1
Cultivos	50.214,2
Matorral	8.221,2
Plantaciones	88.447,5
Playas y dunas	562,3
Praderas	93.076,7
Terrenos húmedos	8.627,4
Urbano-industrial	1.365,7

Cuadro 16. Superficie de humedales

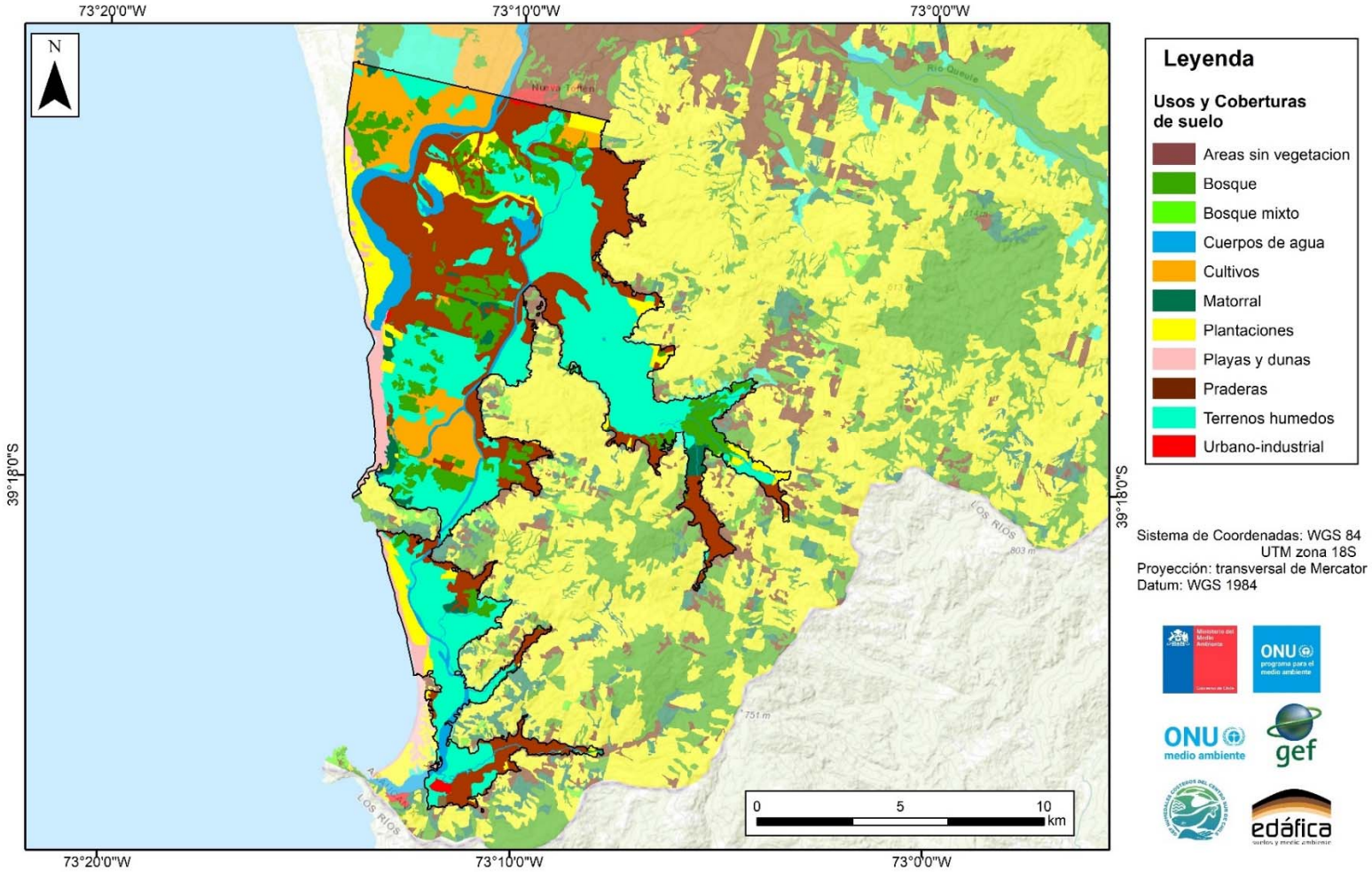
Humedales (categoría 2)	Humedales (categoría 3)	Superficie (ha)	%
AGRICULTURA-GANADERIA	DRENES	193,4	0,9
ALMACENAMIENTO	ALMACENAMIENTO	40,9	0,2
LACUSTRES	PERMANENTES	146,3	0,7
PALUSTRES	BOSCOSOS	11.359,9	52,5
PALUSTRES	EMERGENTES	4.541,3	21,0
RIBERENOS	PERMANENTES	5.337,5	24,7
URBANO - INDUSTRIALES	URBANO - INDUSTRIALES	18,7	0,1

Figura 12. Mapa de usos y coberturas de suelo



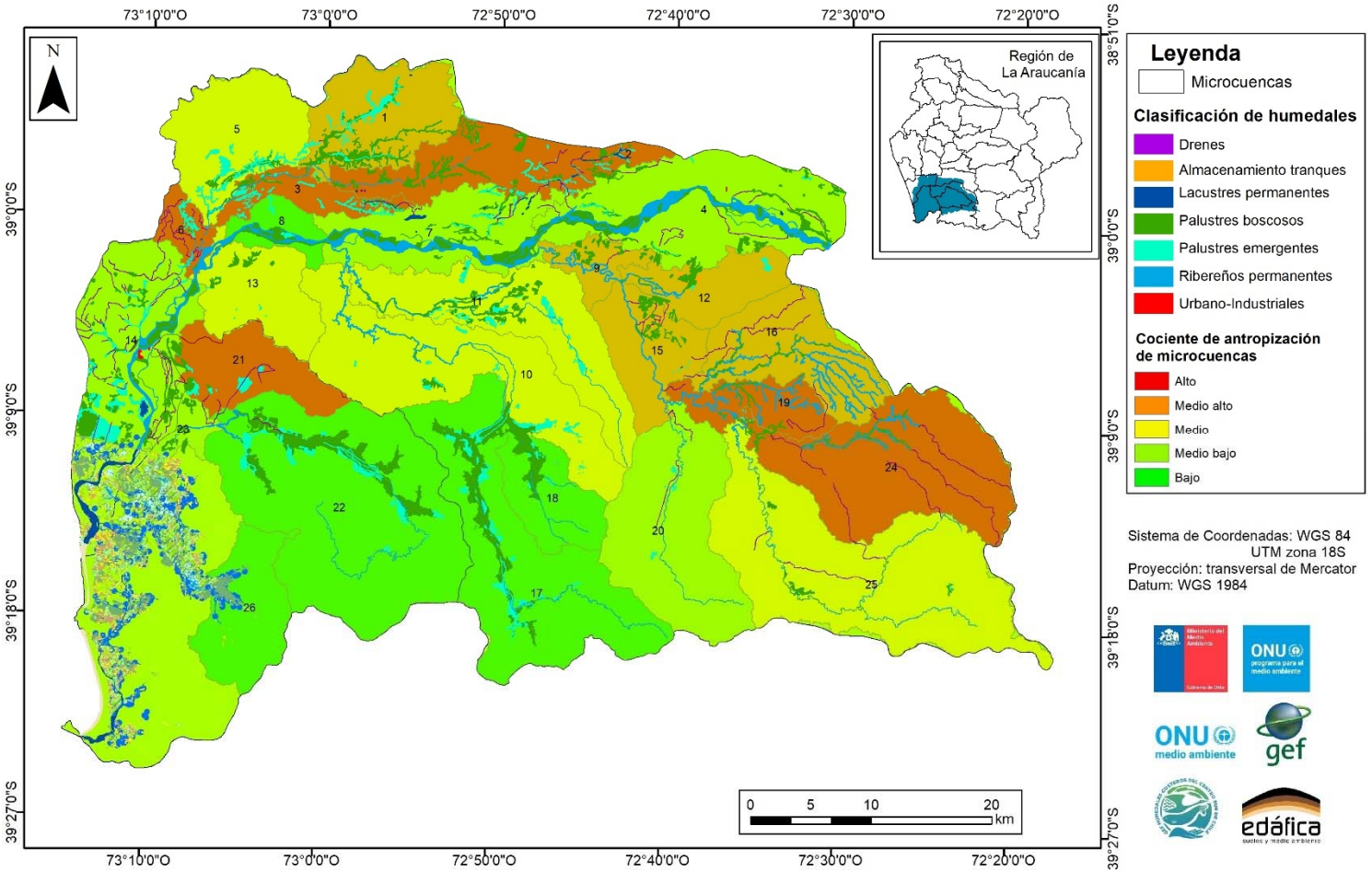
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Mapa de usos y coberturas de suelo, aproximación a humedales de Queule



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Cociente de antropización de microcuencas de Queule y Toltén bajo



Fuente: Elaboración propia

Como resultados del procesamiento de la cartografía del inventario nacional de humedales de Chile, de los índices NDVI desde imágenes Sentinel 2, y de la ortofoto multiespectral provista por el proyecto GEF, se determinó la cobertura según tipos de humedales en la cuenca del río Queule, cuya cartografía se presenta en Figura 15.

A partir de la cobertura de humedales y de la valoración por tipo de humedal o uso del suelo, de acuerdo con los resultados del análisis multicriterio, se obtuvieron cuatro mapas derivados, que se describen a continuación. En la Figura 16 se presenta la sección perimetral desde los parches de humedales palustres boscosos o pitrantos, que corresponde a un anillo de restauración de 30 m de ancho. La superficie de este anillo de restauración presenta praderas y humedales de tipo palustre emergente temporales, que tienen prioridad de restauración para mantener la integridad ecológica de los pitrantos.

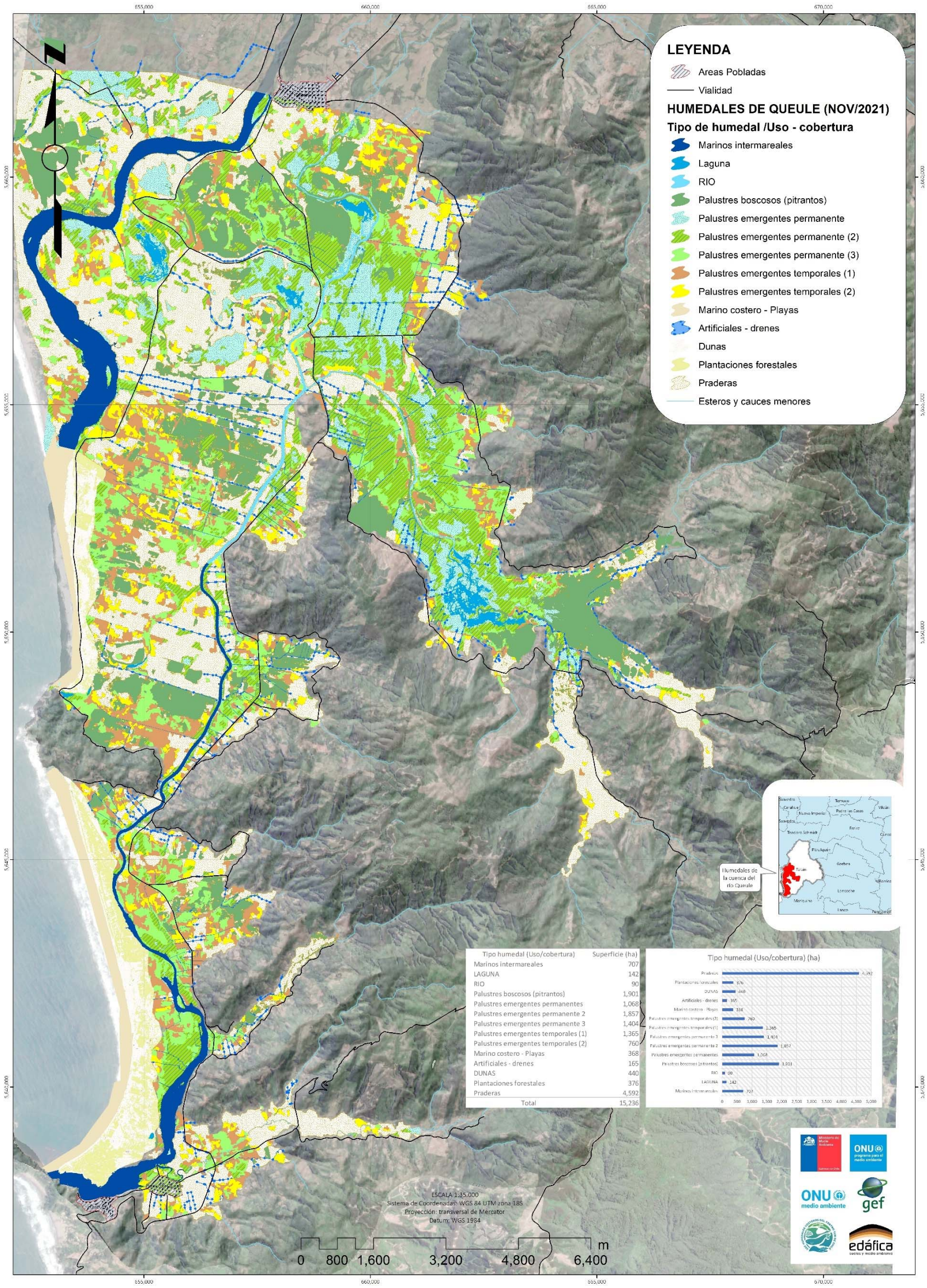
La Figura 17 muestra la distribución de los parches de pitranto, categorizados según tamaño. Se destaca la amplia presencia de polígonos de menos de 3,3 ha (color rojo), que corresponden a pitrantos que han sufrido mayor degradación y, por ende, son más susceptibles a ser reemplazados por otros usos. La fragmentación de los bosques pantanosos por actividades antrópicas influye en diversos aspectos ecológicos, como la composición florística (Urrutia-Estrada et al. 2018) y provisión de hábitat para la fauna.

De igual manera que para los pitrantos, se definió un anillo de restauración de 30 m para la ribera de humedales estuarinos y ribereños, como se muestra en la Figura 17

Figura 18. Para humedales estuarinos intermareales, la cobertura principal de las áreas de restauración corresponde a praderas y a humedales palustres emergentes permanentes. Para humedales ribereños, el área de restauración corresponde principalmente a humedales palustres emergentes permanentes, praderas y humedales palustres boscosos (pitrantos).

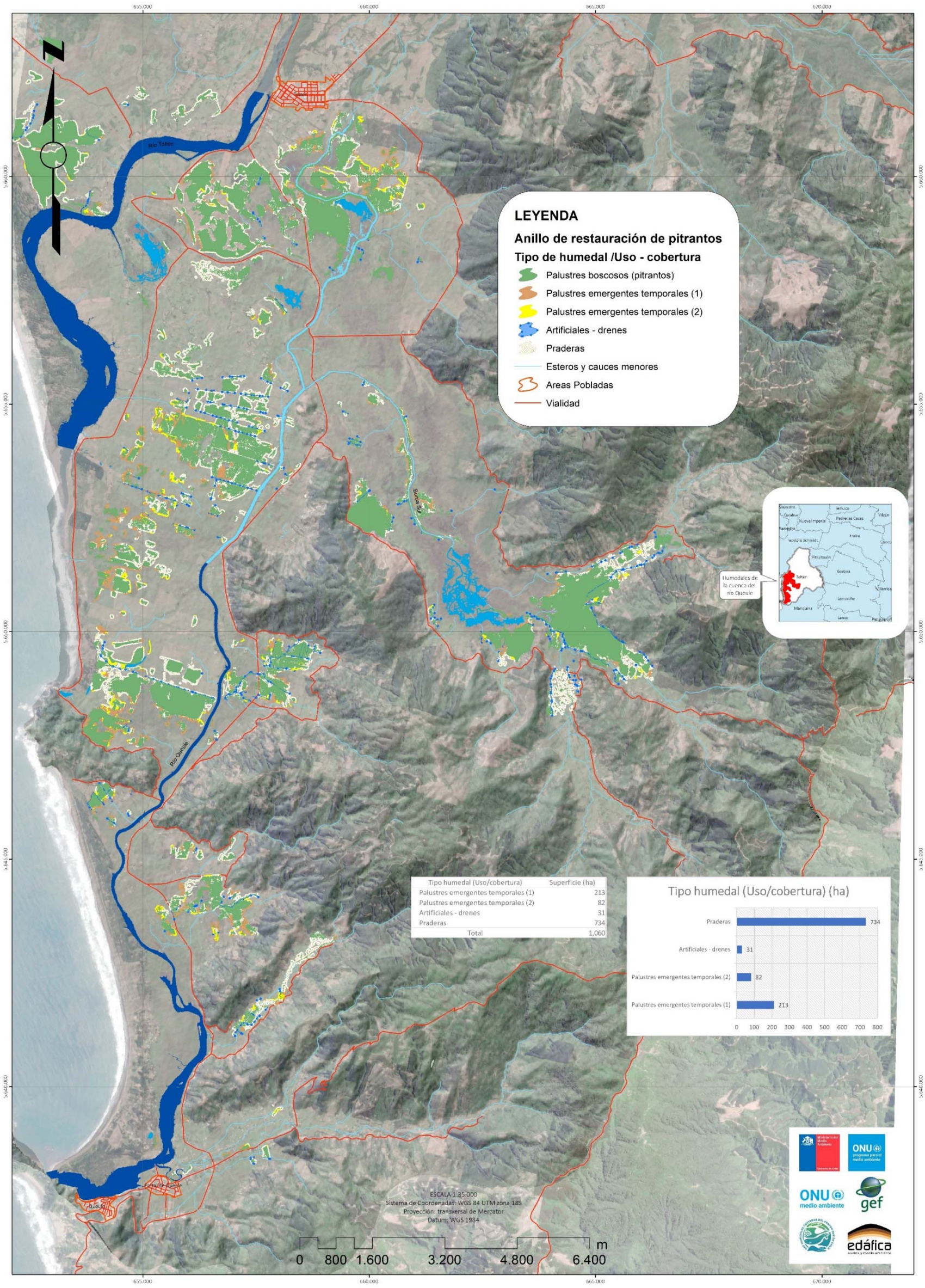
La Figura 19 presenta la distribución de los drenes artificiales en la cuenca de Queule. En la cartografía se muestra una alta densidad de drenes, asociados al uso agrícola y ganadero, donde la cobertura es principalmente praderas, pero también humedales palustres emergentes permanentes y temporales. El drenaje de humedales para la utilización productiva de la tierra significa una amenaza para la continuidad de los humedales, particularmente para los temporales, más aún cuando la obra de drenaje está mal ejecutada, al no considerar el régimen hídrico.

Figura 15. Mapa de Humedales de la cuenca del río Queule



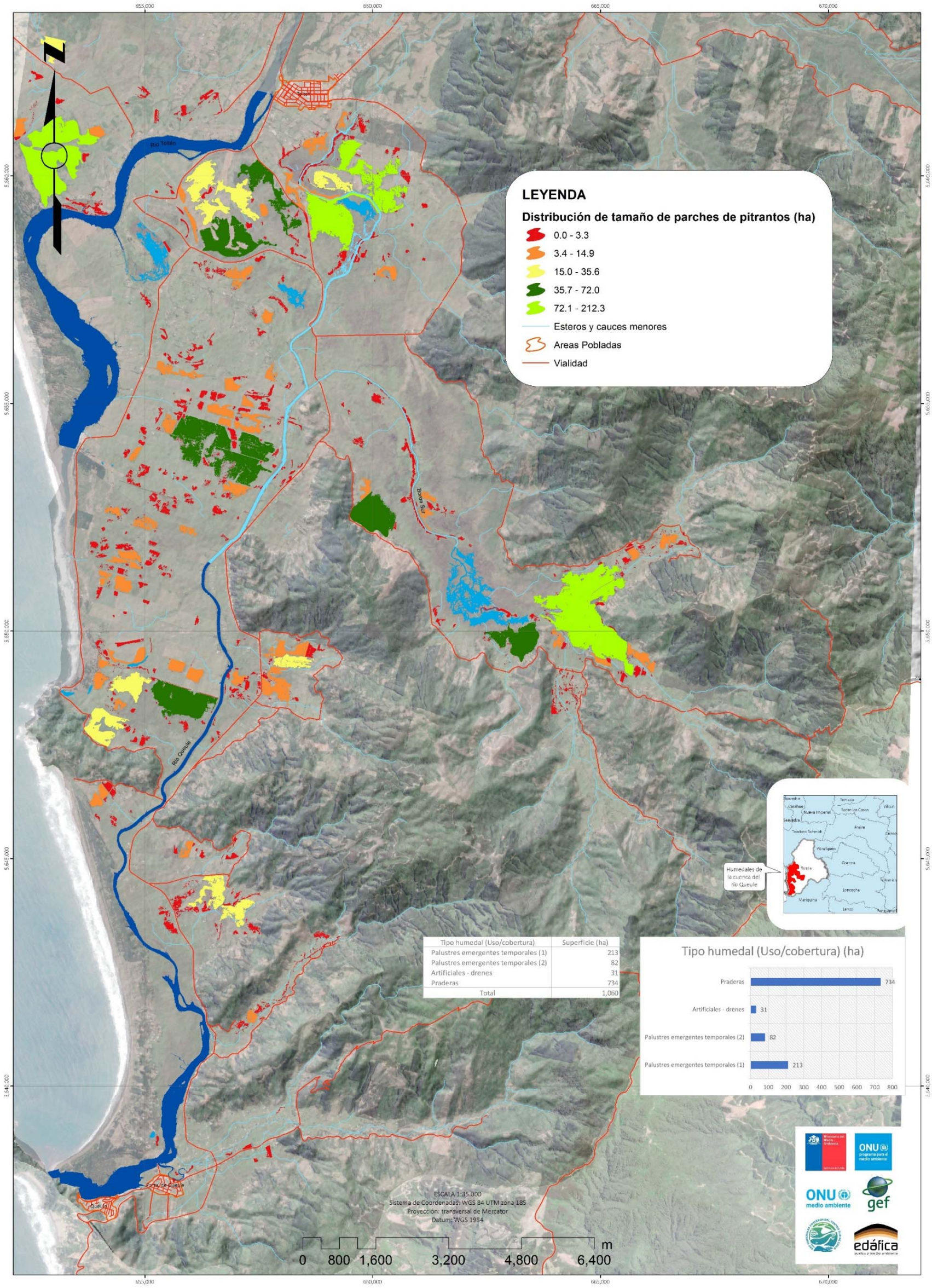
Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Sección perimetral de 30 m desde parches de pitranto



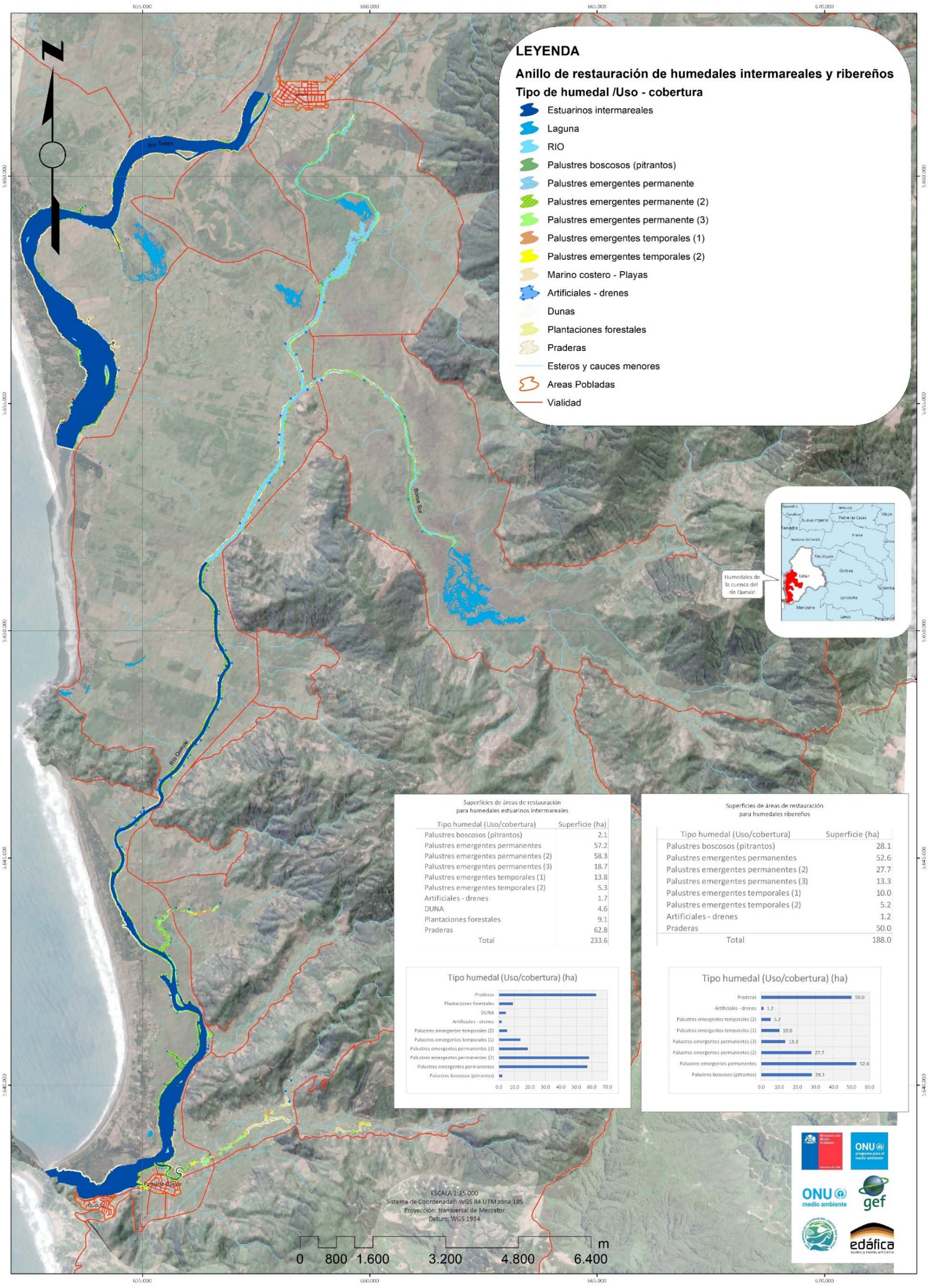
Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Distribución de tamaño de parches de pitrantos



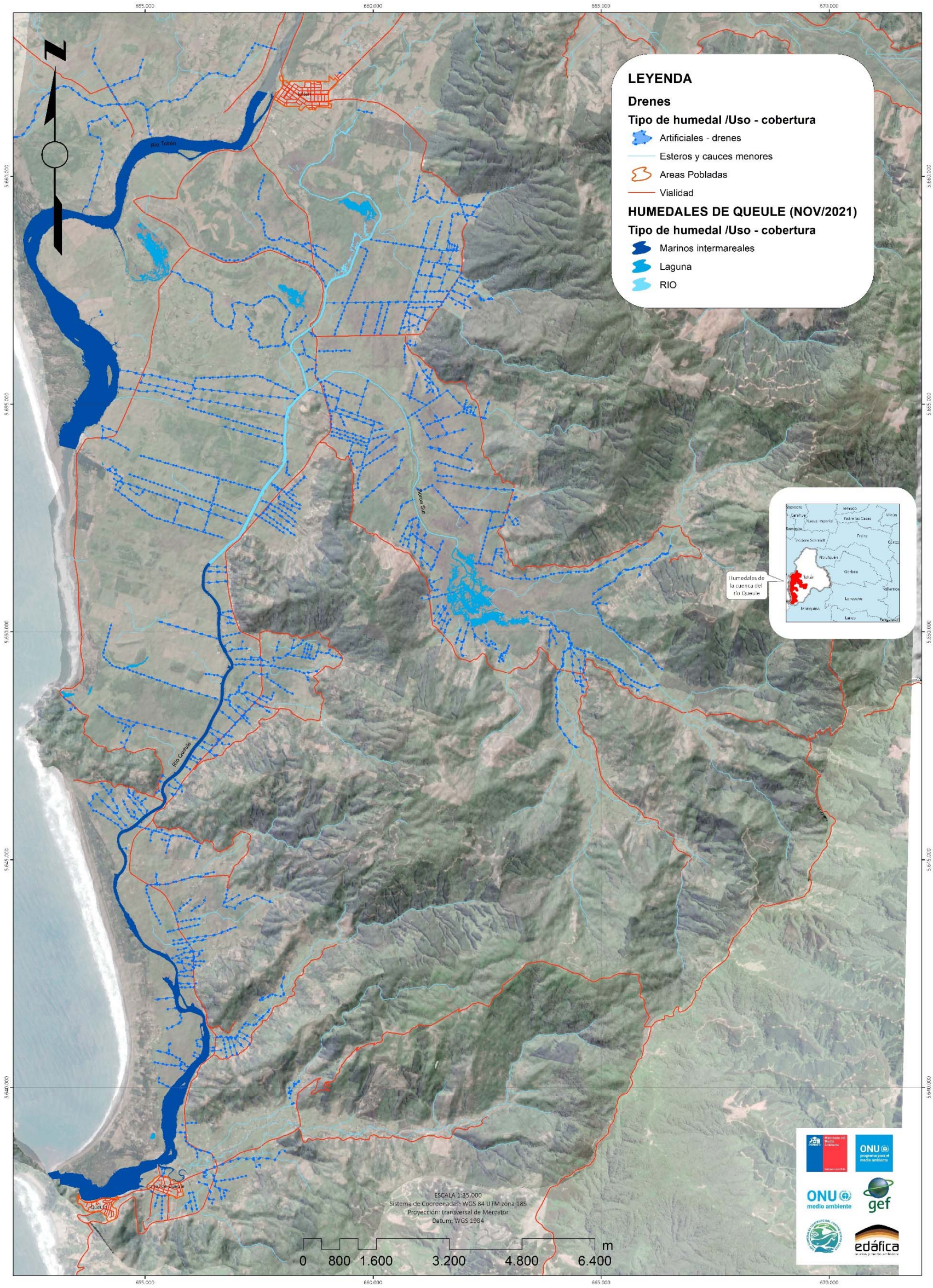
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Anillo de restauración de humedales intermareales y ribereños



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Distribución de drenes artificiales en la cuenca de Queule



Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Cartografía por objetivo de restauración con enfoque de cuenca

A continuación, se presenta la cartografía por objetivo de restauración utilizando el enfoque de cuenca y microcuenca asociadas a los humedales de Queule. Los objetivos de restauración 6 y 8 (Restaurar los sistemas naturales de protección costera y Apoyar iniciativas locales de restauración, respectivamente se abordan con enfoque en un área más específica en la subcuenca de Queule, dominada por una geomorfología de plano que limita abruptamente con los cerros de la Cordillera de La Costa.

4.4.2.1 Mejorar la resistencia y la productividad de áreas vulnerables (OR 1)

El objetivo de restauración 1 corresponde a la relación que hay entre los humedales temporales y su grado de vulnerabilidad respecto de los usos que hoy en día representan una de sus mayores amenazas, que corresponde a los usos de suelo con fines productivos agrícolas y ganaderos.

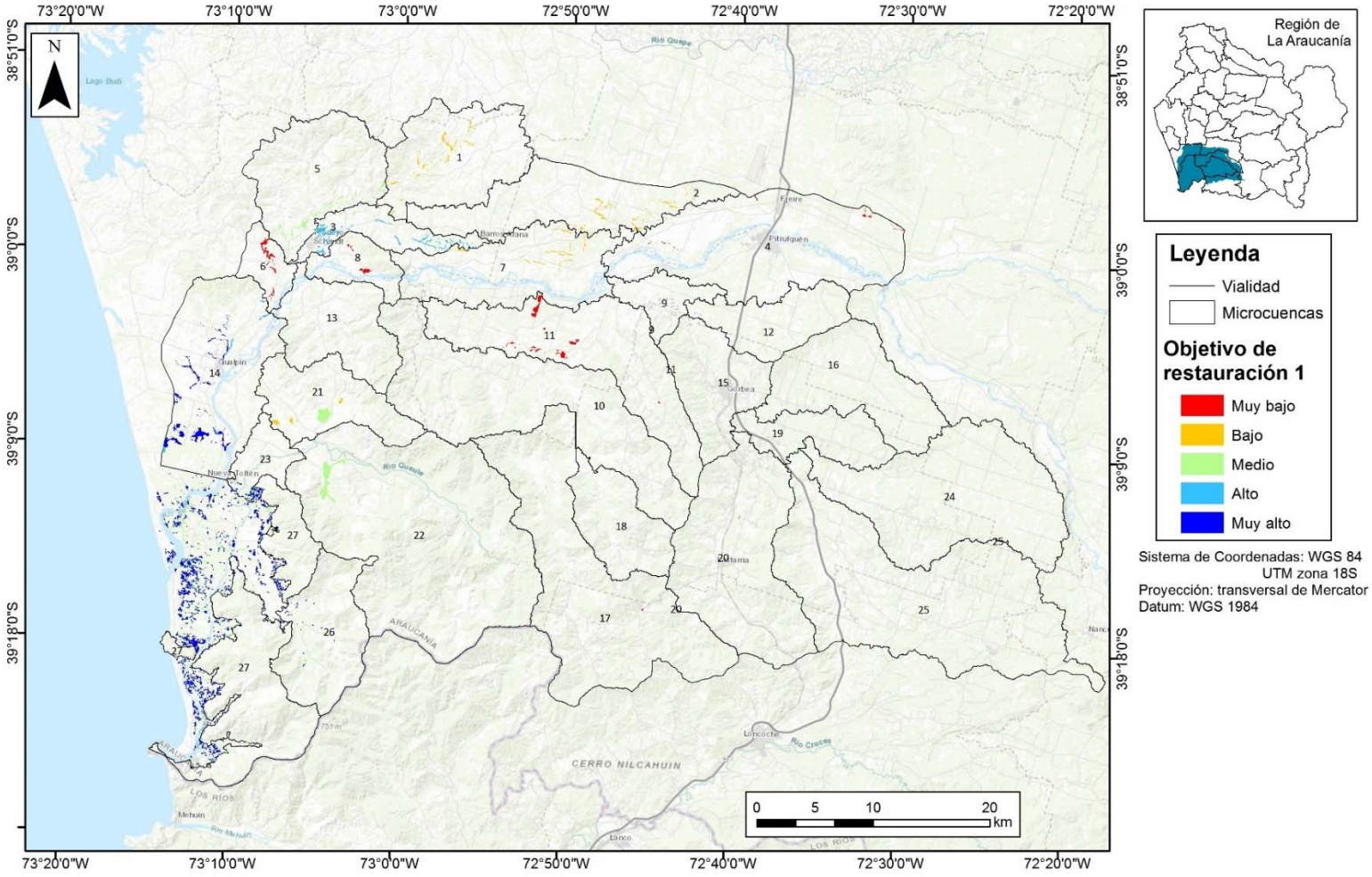
En este sentido, se puede observar en el mapa (Figura 20) que los más prioritarios para su restauración son los humedales palustres temporales ubicados en la microcuenca 14, en torno a la ribera norte del río Toltén, entre los asentamientos de Nueva Toltén y Hualpín, donde hay casi 380 hectáreas de suelos hídricos clasificables como humedales temporales que actualmente están asociados a tierras de cultivos.

En la subcuenca de Queule según el OR 1, los sectores priorizados para restaurar corresponden a humedales temporales que actualmente presentan uso de praderas con pastoreo directo. La distribución de esos humedales se muestra en la Figura 21.

Cuadro 17. Superficies de humedales temporales con uso de suelo agrícola o ganadero

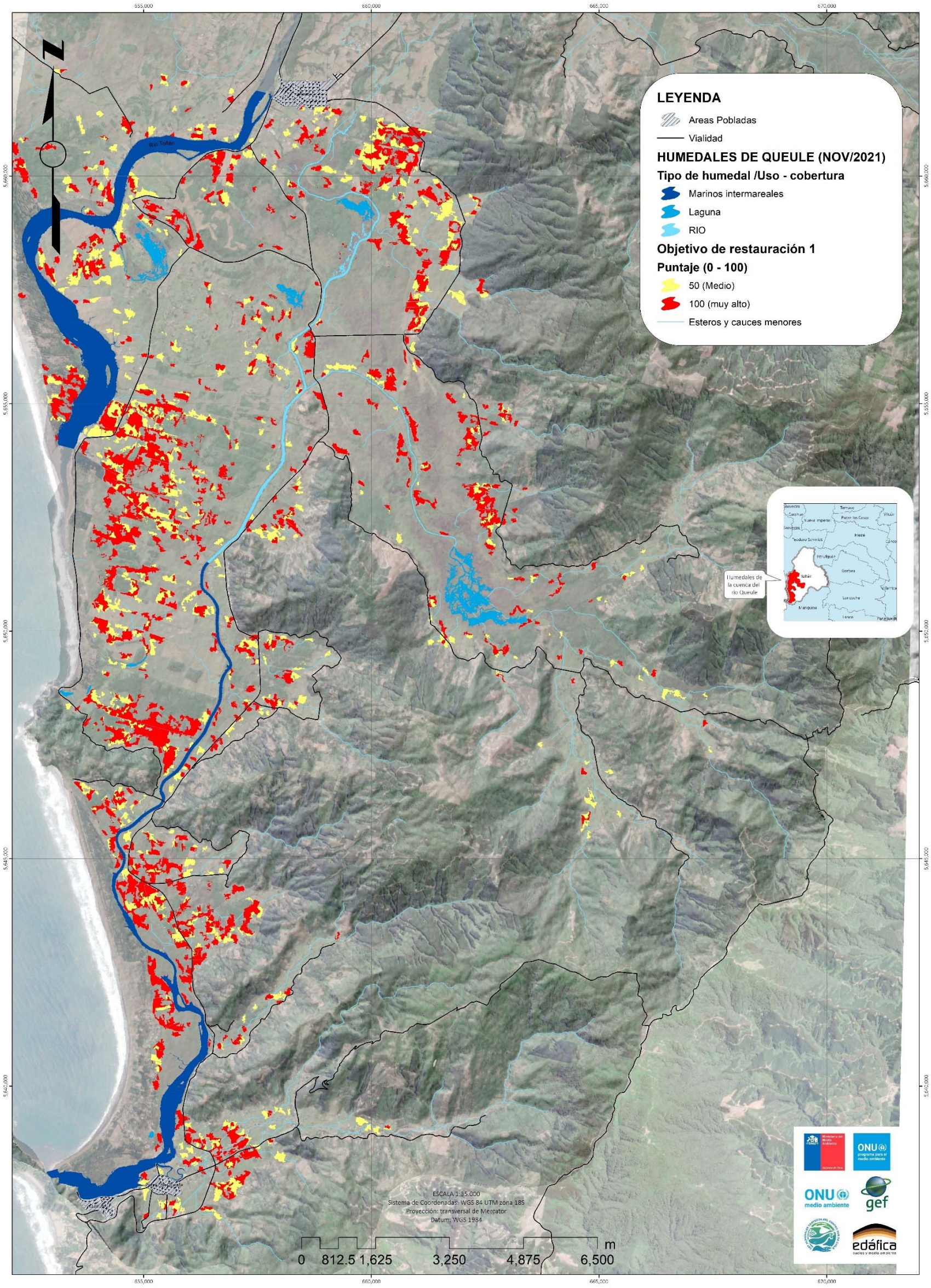
Uso suelo	Superficie (ha)	Microcuenca	%
Cultivos	378,5	14	22,1
Cultivos	212,6	3	12,4
Cultivos	195,6	5	11,4
Praderas	178,3	22	10,4
Cultivos	141,3	21	8,2
Cultivos	121,8	2	7,1
Cultivos	114,2	1	6,7
Cultivos	88,4	7	5,2
Cultivos	82,3	6	4,8
Cultivos	76,5	11	4,5
Praderas	53,4	11	3,1
Cultivos	30,8	4	1,8
Praderas	24,0	8	1,4
Cultivos	8,1	8	0,5
Cultivos	3,2	17	0,2
Cultivos	2,4	24	0,1
Cultivos	1,6	20	0,1
Cultivos	1,4	19	0,1
Cultivos	0,7	22	0,0
Cultivos	0,0	10	0,0

Figura 20. Objetivo de restauración 1. Mejorar la resistencia y la productividad de áreas vulnerables



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Cartografía del objetivo de restauración 1: Mejorar la resistencia y productividad de áreas vulnerables



Para estimar la vulnerabilidad desde el uso de suelo actual se utilizó el siguiente criterio: 100 puntos para humedales temporales 1 (menos húmedos), 75 puntos humedales temporales 2 (más húmedos), 50 puntos para para praderas y uso agrícola y 0 para otros usos.

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2 Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuencas (OR 2)

Este objetivo de restauración responde a la necesidad de gestionar las cuencas respecto de las actividades humanas que se están desarrollando y bajo el entendido de que las cabeceras afectan sistémicamente también aguas abajo, por ejemplo, respecto de los procesos erosivos que están ocurriendo en las cabeceras de las cuencas.

En este sentido, se puede ver la necesidad de priorizar las zonas relacionadas a actividades agrícolas y ganaderas que están cambiando las características del suelo al buscar despejar espacios, dejándolos desprovistos de vegetación nativa o profundamente alterados, principalmente en la subcuenca del río Toltén, en donde se encontraban también algunas de las microcuencas más antropizadas, como la 2, 3 y 6.

También el cruce de variables permite observar una alta necesidad de priorizar la gestión de las cabeceras de las cuencas, como zonas con mayor pendiente y las nacientes de los cauces y la red hidrográfica en general, así como también con los cuerpos de agua hacia el valle y la desembocadura.

En la subcuenca de Queule, el mayor valor de los servicios ecosistémicos de control de erosión de riberas y regulación de inundaciones lo tienen los humedales lacustres (color rojo) y humedales ribereños (color naranjo). Estas áreas se muestran en la Figura 22 en escala general de cuenca y en la Figura 23 en escala de detalle para los humedales de Queule, y son las más prioritarias a conservar para cumplir este objetivo.

Figura 22. Objetivo de restauración 2. Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuencas

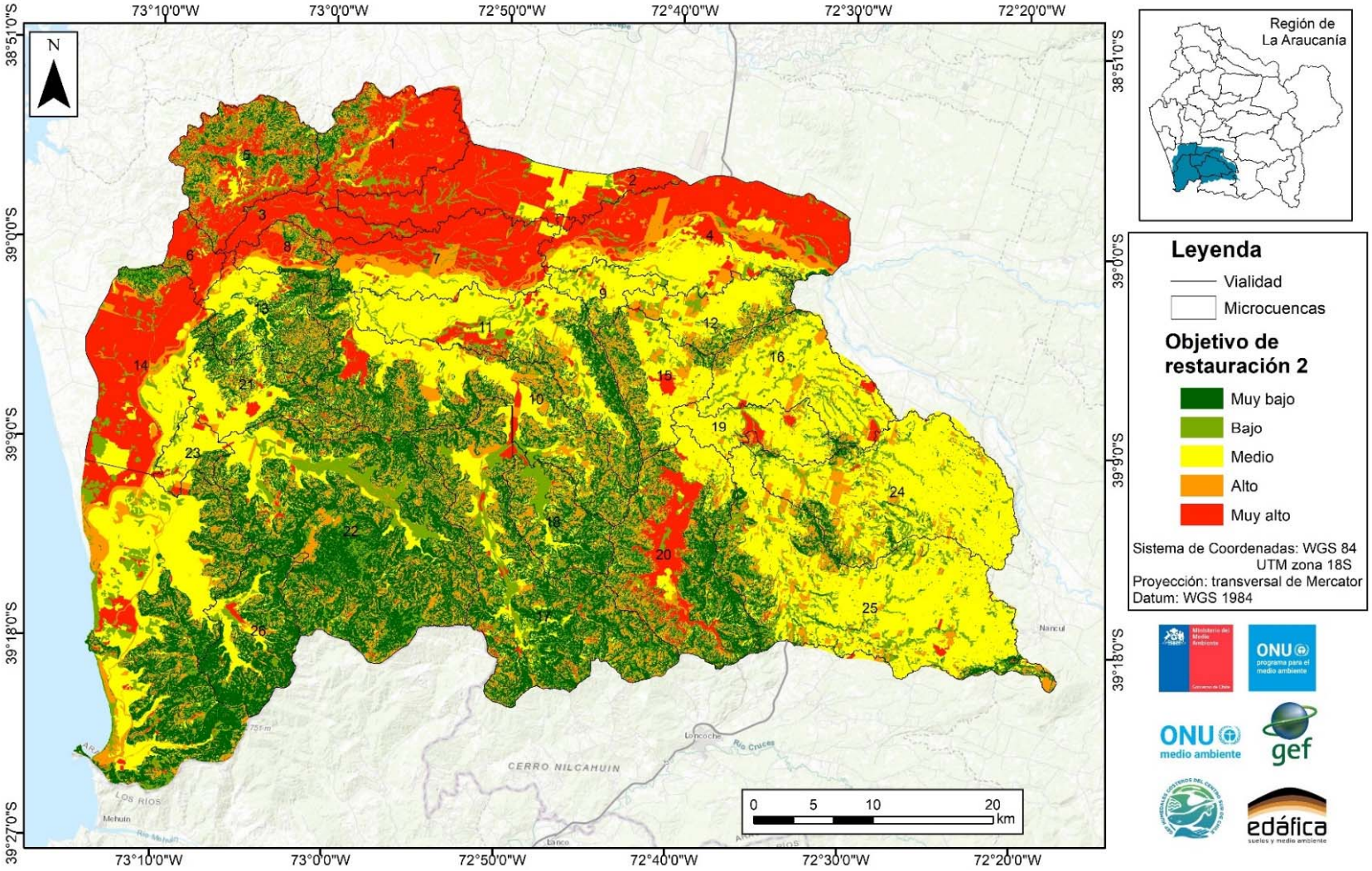
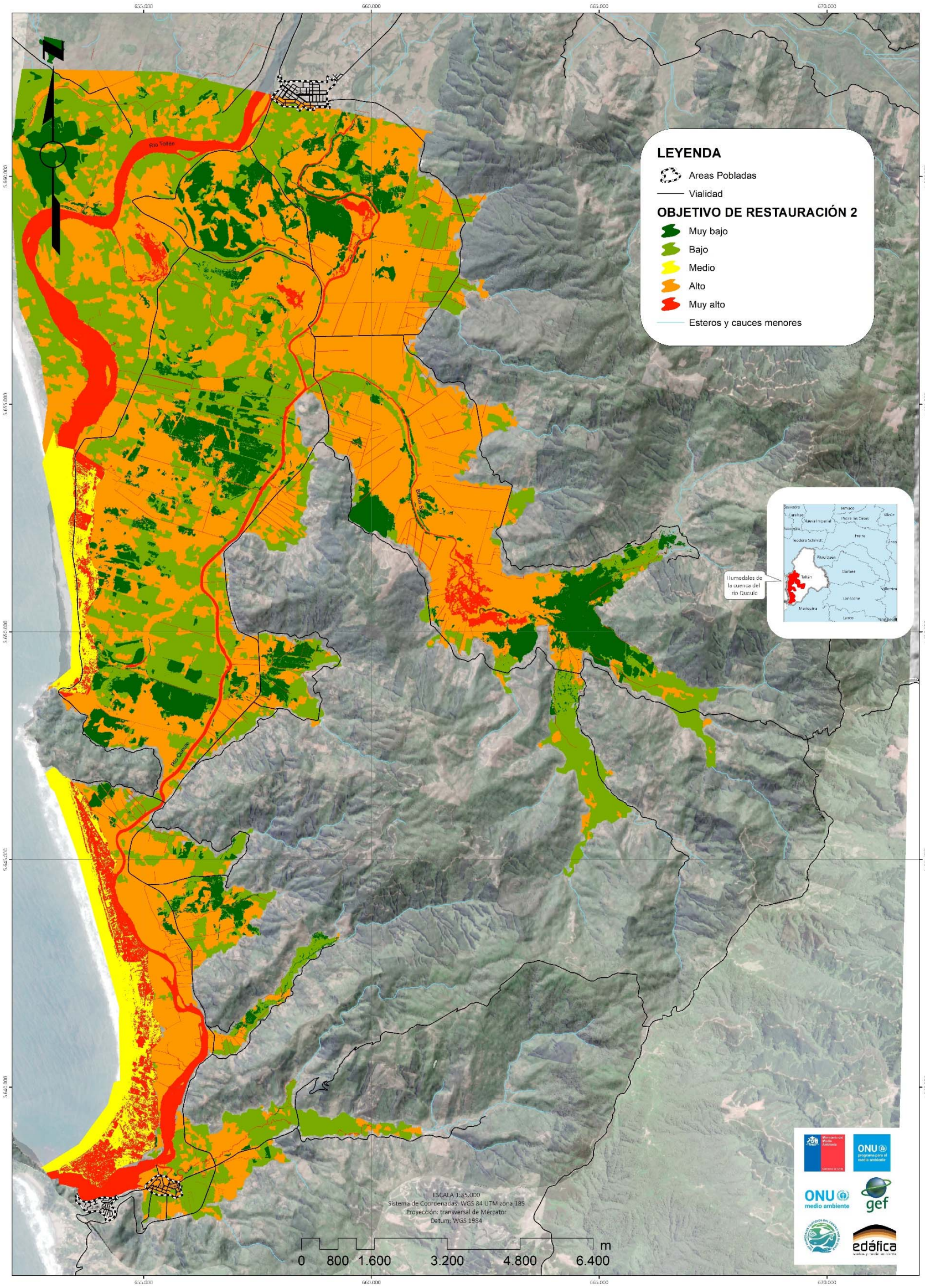


Figura 23. Cartografía objetivo de restauración 2, Controlar la erosión y mejorar la gestión de cuenca



La estimación de la importancia de sectores asociados a la provisión de los Servicios Ecosistémicos (SSEE) de regulación de erosión y regulación de inundaciones se realizó en base a los usos de suelo, en donde distintos tipos de uso presentan valores estandarizados en escala de 0 a 100 puntos, calculándose el promedio de la provisión de ambos SSEE.

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3 Detener y, en la medida de lo posible, revertir la degradación continua de la tierra (OR 3)

El objetivo de restauración 3 responde a una relación entre los tamaños de los parches de humedales de características de bosques pantanosos (pitrantos) que aún existen en el área de estudio, en cuanto a los que se encuentran menos fragmentados, así como también sus áreas de influencia (de 30 metros), en donde se genera la mayor interacción y amenaza para su conservación. A esto se les suma los humedales palustres emergentes (humedales temporales) (Figura 24).

De esta forma, las zonas prioritarias acorde a este cálculo corresponde principalmente a los bosques de pitrantos que se encuentran relativamente aún bien conservados en las microcuencas 17 (aprox. 1.070 ha), 18 (aprox. 980 ha) y 22 (aprox. 1.795 ha).

El total de las áreas susceptibles de restauración se presentan en la tabla a continuación (Cuadro 18), en donde se pueden destacar las microcuencas 22, 14, 17, 4 y 1 como las con mayor superficie con las características descritas.

En la subcuenca de Queule, las zonas priorizadas corresponden a las áreas de influencia de drenes artificiales, al anillo de parches de pitranto, en donde se priorizan aquellos de menor tamaño por considerarse más fragmentados, y a los humedales temporales en los anillos de restauración de 30 m desde parches de pitranto y de humedales ribereños y estuarinos (Figura 25).

Cuadro 18. Superficies objetivo de restauración 3 por microcuenca

Microcuenca	Superficie (ha)	Microcuenca	Superficie (ha)
1	1.209,2	14	1.830,8
2	1.115,0	15	370,5
3	457,7	16	348,2
4	1.590,2	17	1.810,8
5	470,9	18	673,5
6	103,5	19	269,3
7	1.097,1	20	15,7
8	309,1	21	276,7
9	282,0	22	2.378,5
10	364,3	23	334,0
11	936,7	24	462,8
12	357,0	25	313,5
13	210,5		

Figura 24. Objetivo de restauración 3. Detener y, en la medida de lo posible, revertir la degradación continua de la tierra

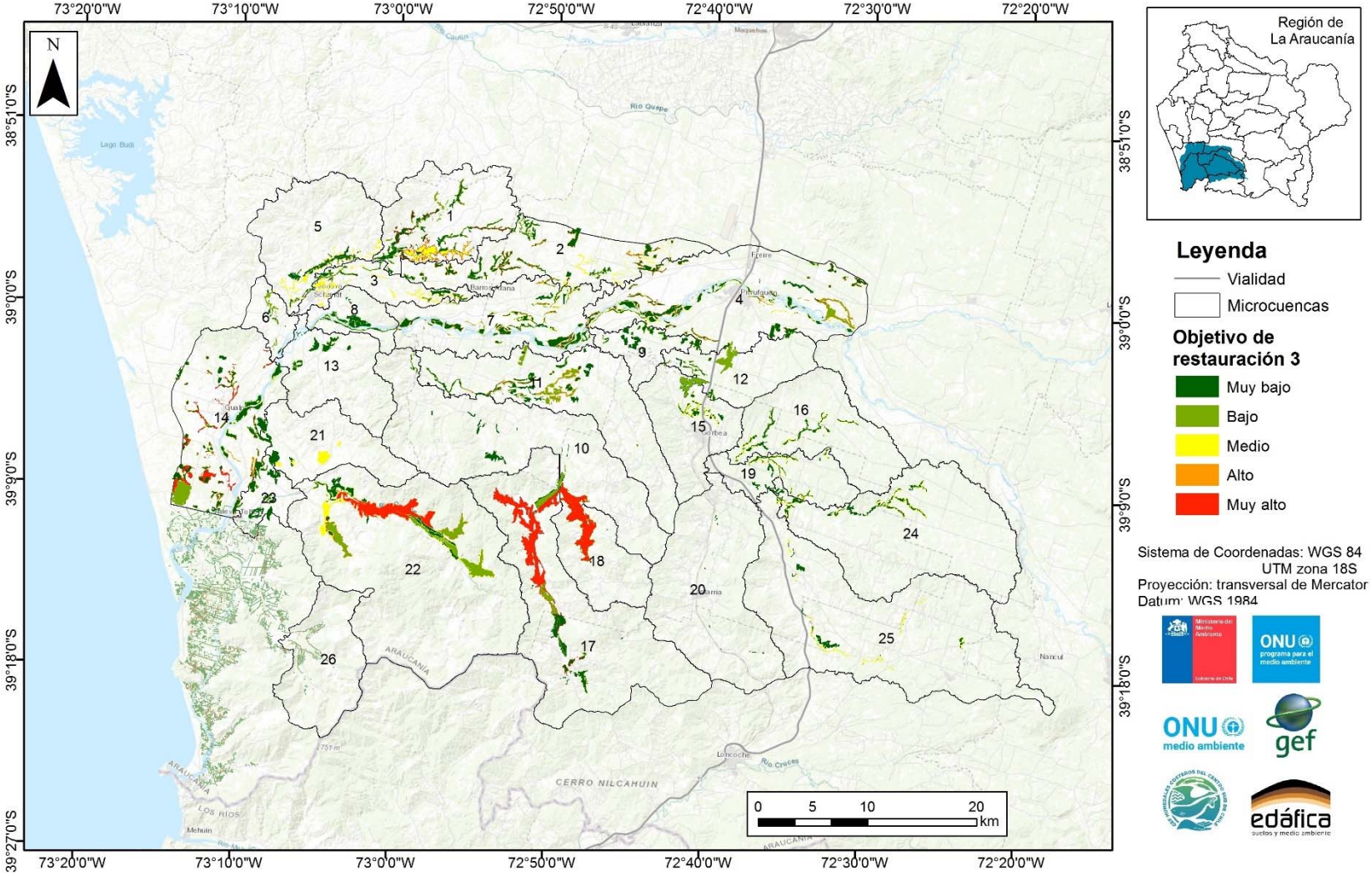
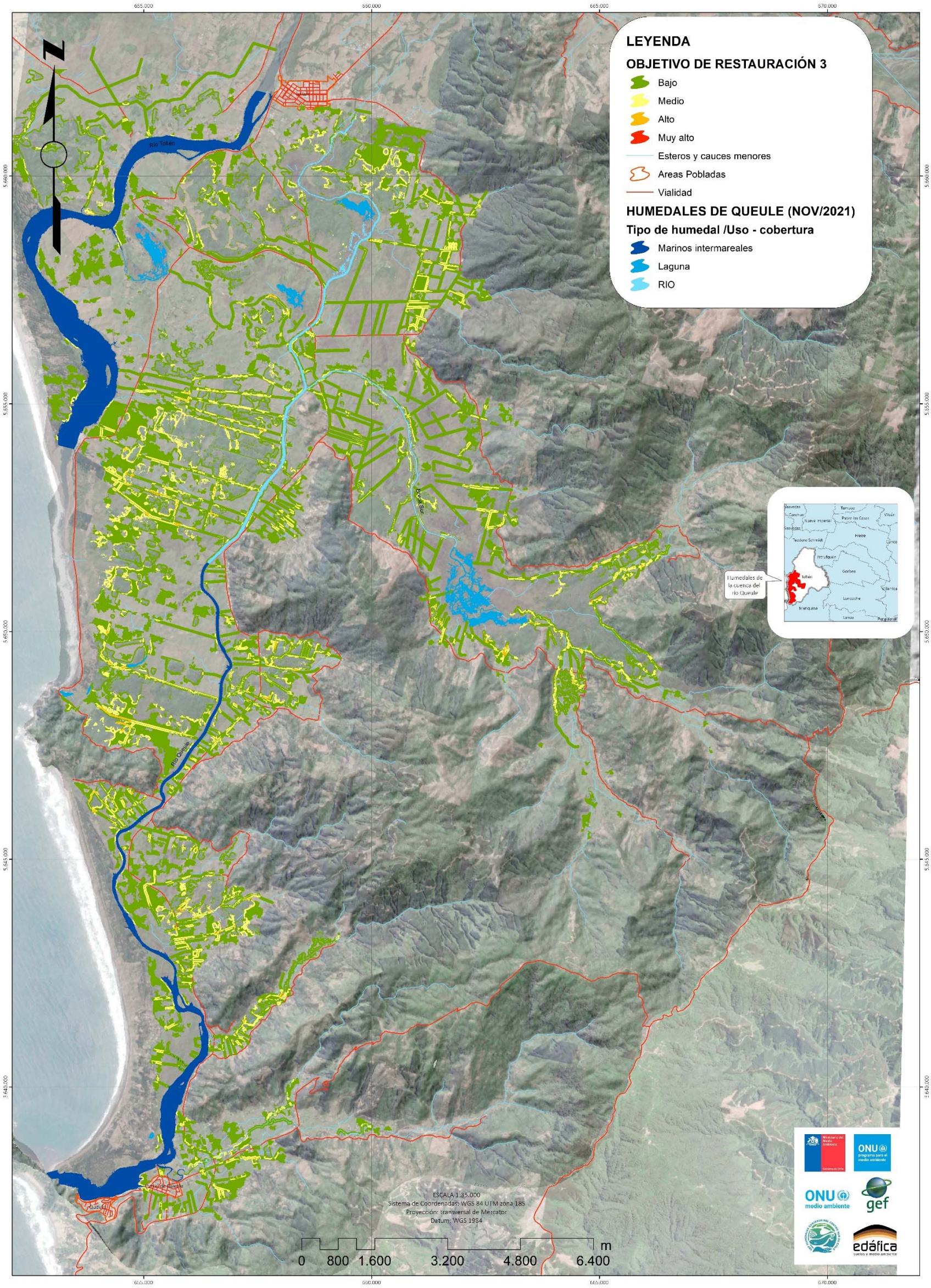


Figura 25. Cartografía objetivo de restauración 3, Detener y revertir la erosión continua de la tierra



Se estimó la importancia de sectores con mejor estado de conservación, para detener la degradación y sectores de importancia para revertir su degradación, especialmente los que tienen conexión a áreas mejor conservadas y a aquellos donde el uso actual no es técnicamente viable. Se consideraron tres condiciones, que aportan 33,3 puntos cada una: las áreas circundantes a bosques pantanosos, las áreas drenadas (dren y buffer) y los humedales temporales 1 (menos húmedo) y 2 (más húmedo). Los puntajes de la leyenda corresponden a la presencia, y suma de estas condiciones.

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4 Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas (OR 4)

Este objetivo corresponde al manejo de zonas con mayor potencialidad de aporte de los servicios ecosistémicos de provisión y culturales.

Como se puede observar en la Figura 26, al considerar la posibilidades de mejorar las formas de utilizar los recursos y de realizar las actividades productivas con vista a mejorar las condiciones ambientales de las cuencas y de los humedales en cuestión, se considera que muchas de las zonas donde actualmente se están desarrollando más intensamente las actividades productivas de estos sectores, son las más susceptibles de priorizar para su restauración de mejora en los flujos de ingreso de los habitantes de estos territorios, lo que guarda relación con una mejora en las prácticas no solo productivas sino que también cotidianas, así como con su forma de relacionarse con el entorno natural que aún se conserva.

Si bien los índices más altos se encuentran en la ribera norte del río Toltén, en todas las microcuencas se puede observar amplios sectores definidos como zonas con potencial objetivo medio, alto o muy alto de restauración, o al menos de gestión de los usos del suelo.

Con respecto a la subcuenca de Queule, la Figura 27 muestra que las áreas con mayor valor para la restauración según este objetivo corresponden a praderas y a la zona costera, debido a que son áreas que tienen baja provisión de servicios ecosistémico de provisión (madera, leña, fibra, agua dulce y alimento) y culturales (recreación y turismo).

Figura 26. Objetivo de restauración 4. Mejorar los flujos de ingresos de las personas que viven en esas áreas

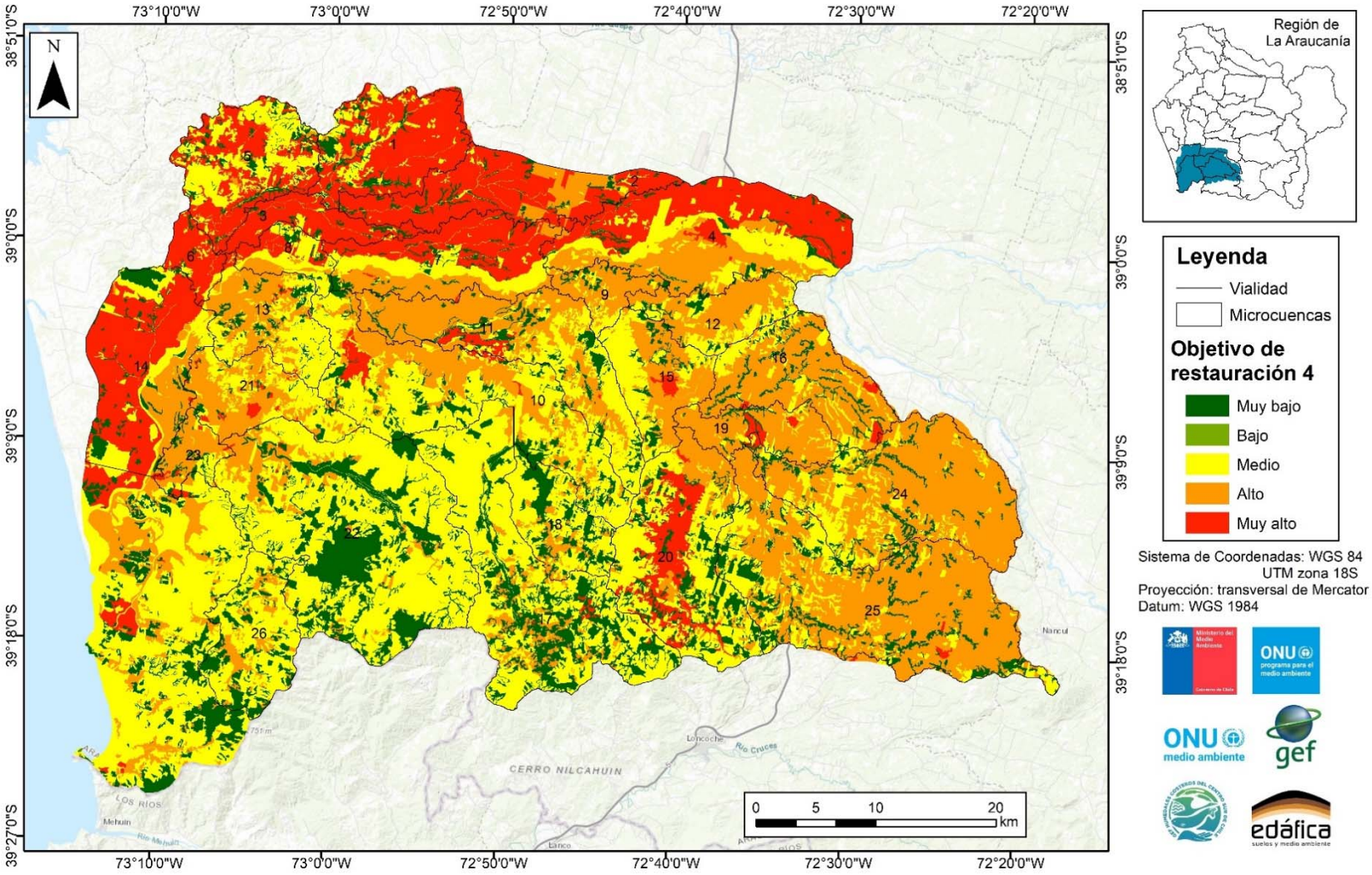
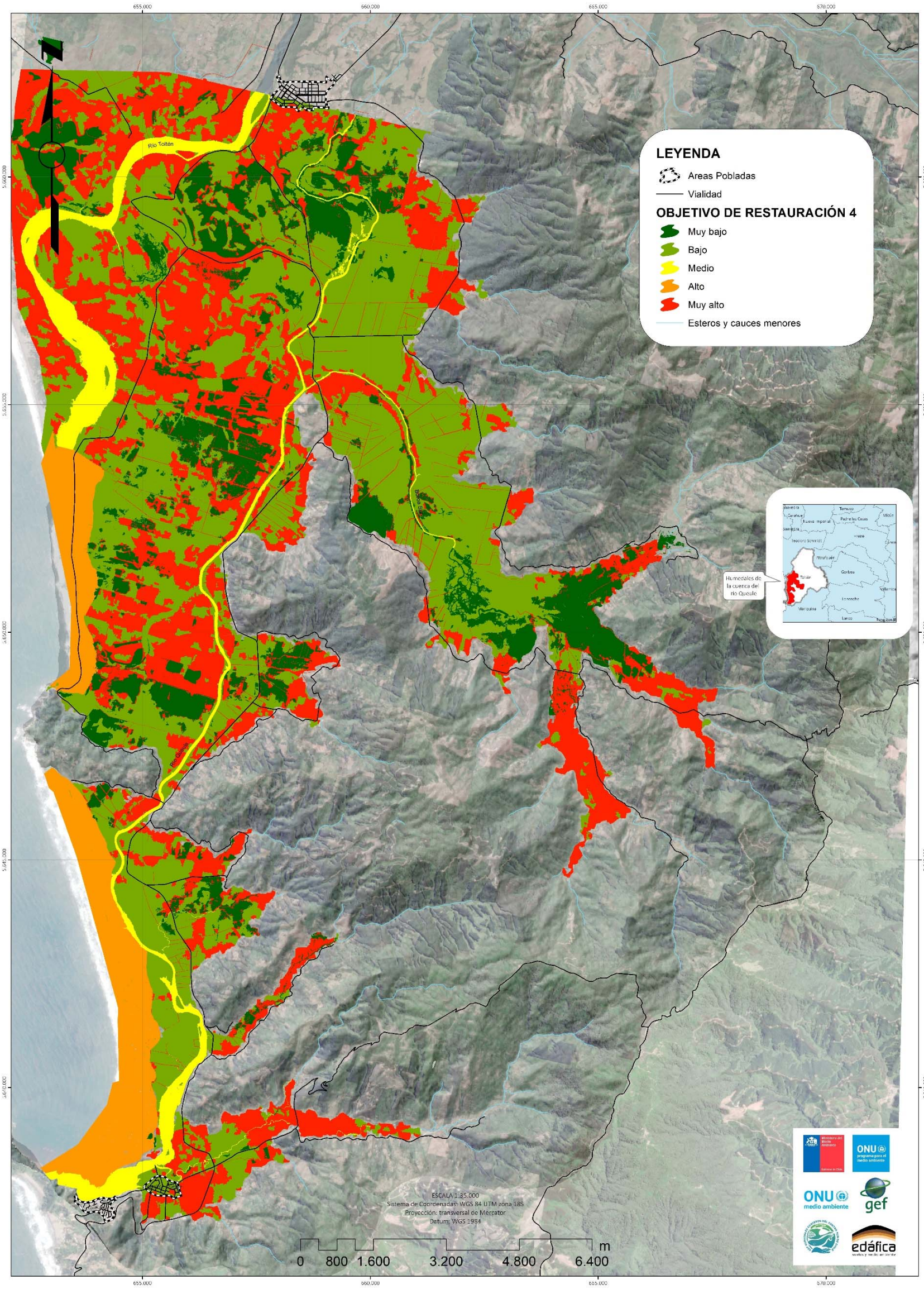


Figura 27. Cartografía objetivo de restauración 4, Mejora de flujos de ingresos para habitantes



Se estimó la importancia de sectores asociados a la falta de provisión de Servicios Ecosistémicos (SSEE) de provisión y culturales. Distintos tipos de suelo presentan valores estandarizados de estos SSEE en escala de 0 a 100 puntos, y se calculó el promedio de la provisión de ambos tipos de SSEE.

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.5 Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas (OR 5)

El análisis espacial de este objetivo de restauración muestra una tendencia bastante más directa en cuanto a su zonificación por microcuenca.

Las microcuencas 17, 18, 22 y 26 generan un continuo territorial de zonas altas o muy altas de priorización del objetivo de restauración 5, de conservación de la biodiversidad y conexiones ecológicas. Principalmente por sus características de cuencas menos antropizadas respecto de las del valle (a pesar de la intensa actividad forestal), asociado al servicio ecosistémico de existencia de hábitat, estas microcuencas tienen el potencial de transformarse en zonas estandarte para la restauración ecológica a escala de cuenca, relacionado también a lo indicado en el objetivo de restauración 3, en donde se hacía referencia a la presencia de amplias zonas de pitrantos y bosque nativo hacia algunas laderas.

Caso similar ocurre con las microcuencas del Toltén bajo, en donde aún existen zonas con condiciones potencialmente mejorables en torno al río y algunos humedales.

En la subcuenca de Queule, la zona de humedal que tiene prioridad de restauración por la falta de provisión de hábitat es la zona costera (color rojo), tal como lo muestra la Figura 29.

4.4.2.6 Restaurar los sistemas naturales de protección costera (OR 6)

La cartografía del objetivo de restauración 6 para la subcuenca de Queule se presenta en Figura 30, y está referida a los humedales marinos y costeros (playas y estuarios), por su implicancia en la protección de áreas marino-costeras.

Figura 28. Objetivo de restauración 5. Conservar la biodiversidad, los nuevos hábitats y las conexiones ecológicas

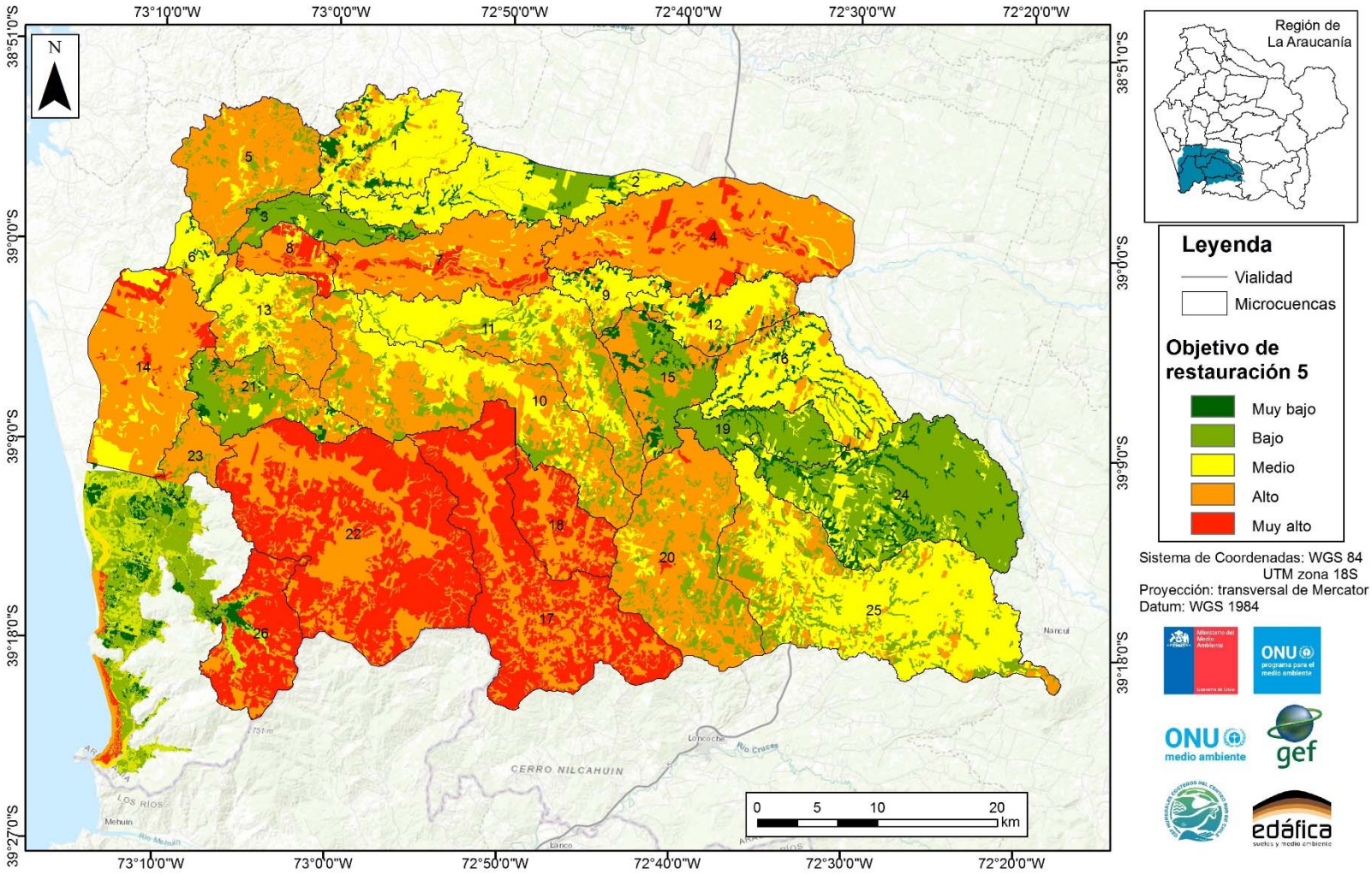
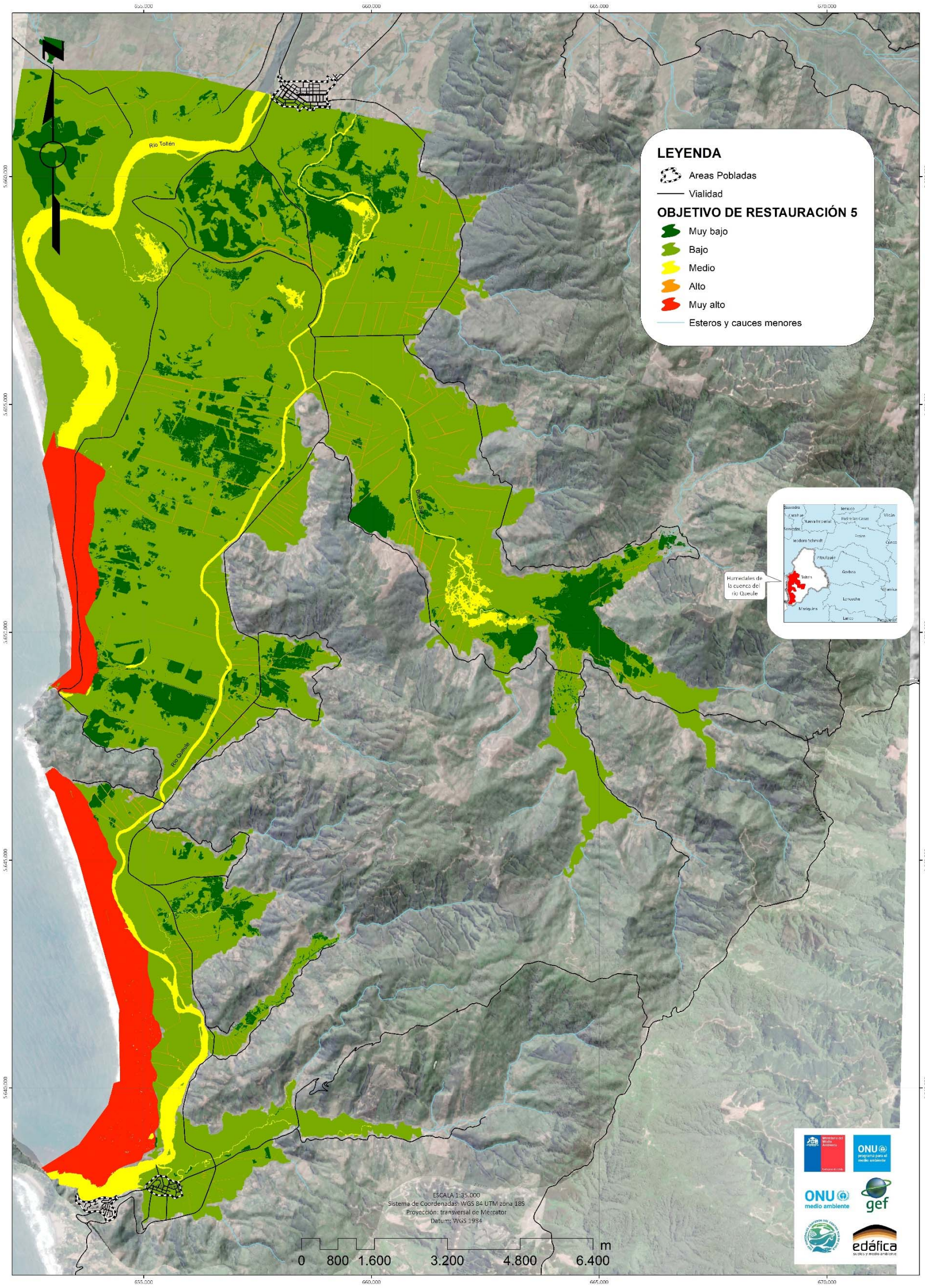


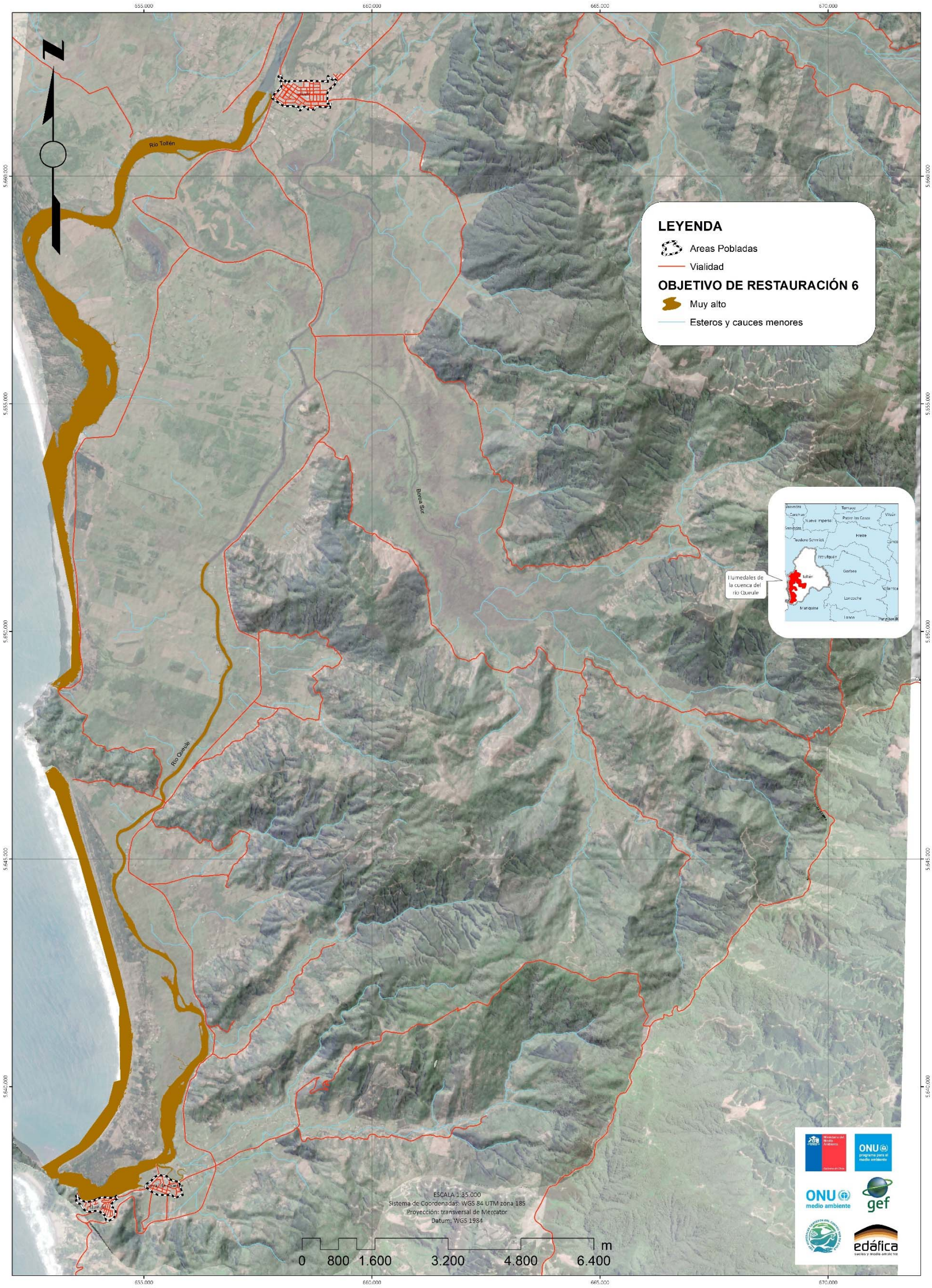
Figura 29. Cartografía objetivo de restauración 5, Conservar la biodiversidad, hábitats y conexiones ecológicas



Se estimó la importancia de sectores asociados a la falta del servicio ecosistémico de provisión de hábitat. Los distintos usos de suelo y tipos de humedal presentan valores estandarizados en escala de 0 a 100.

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Cartografía objetivo de restauración 6, Restaurar sistemas naturales de protección costera



Se estimó la importancia de restauración de áreas relevantes para la protección costera, en donde los humedales marinos y costeros tienen 100 puntos, mientras que otros humedales y usos de suelo tienen 0 puntos.

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.7 Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales (OR 7)

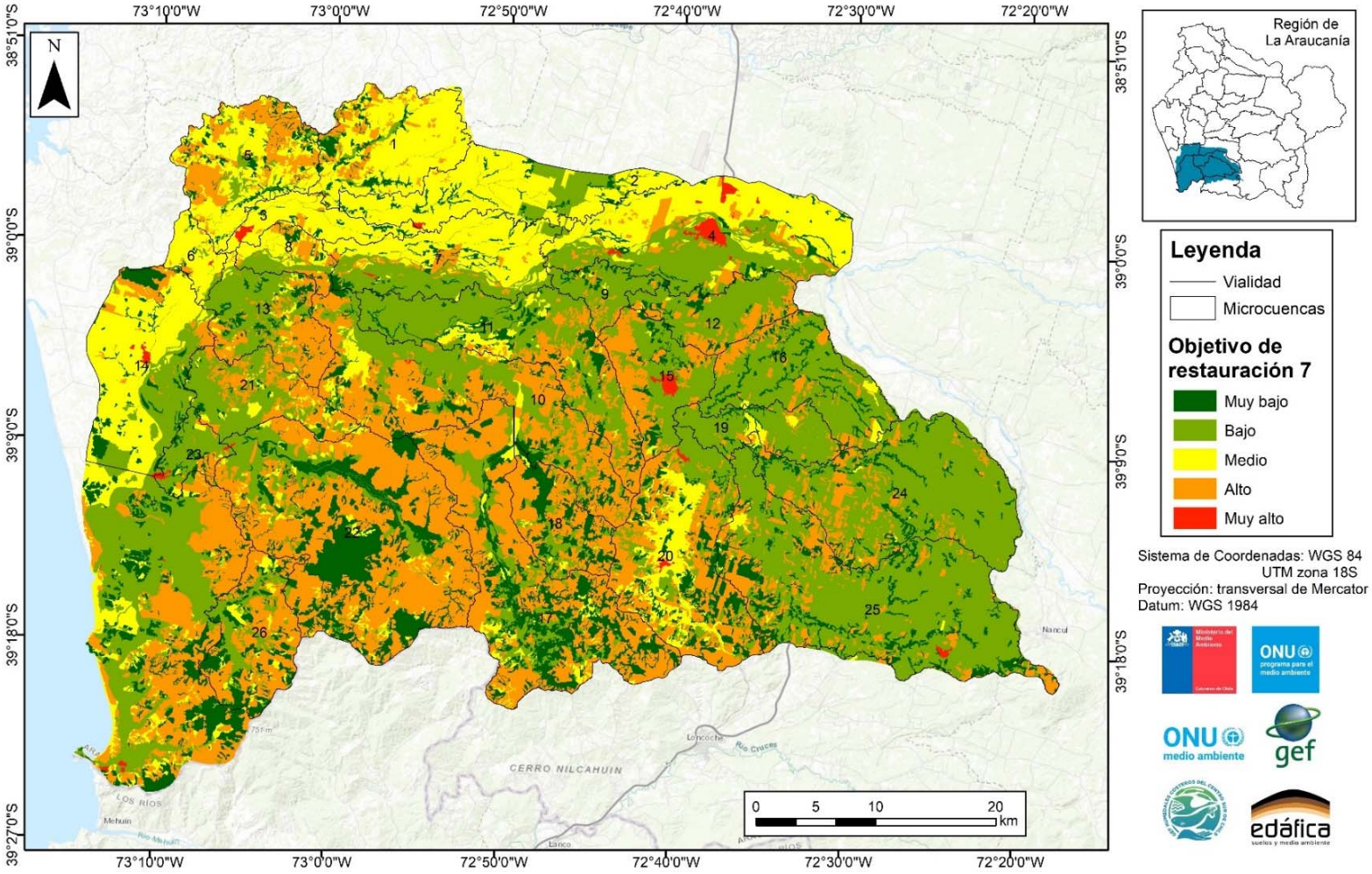
Este objetivo de restauración hace referencia a los flujos de servicios ecosistémicos y sus diferentes potencialidades de aporte a escala local, regional y mundial. En este sentido, los asentamientos humanos y las amplias extensiones de plantaciones forestales se priorizan como zonas a tener en cuenta para su priorización para la restauración de los servicios ecosistémicos. Esta última actividad relacionada a la necesidad de mejora en la gestión para buscar una mejora en las condiciones de control de la erosión (actividad productiva realizada principalmente en las laderas, las que quedan desprovistas de vegetación nativa) y de captura de carbono (ya que los monocultivos no solo impactan negativamente en la biodiversidad del parche forestal en sí, sino que las condiciones en las que queda el suelo afectan la retención de carbono, afectando las condiciones de la atmósfera a una escala global) (Figura 31).

Para la subcuenca de Queule, la Figura 32 muestra que las zonas prioritarias para restaurar según este objetivo están principalmente en la zona costera.

4.4.2.8 Apoyar iniciativas locales de restauración (OR 8)

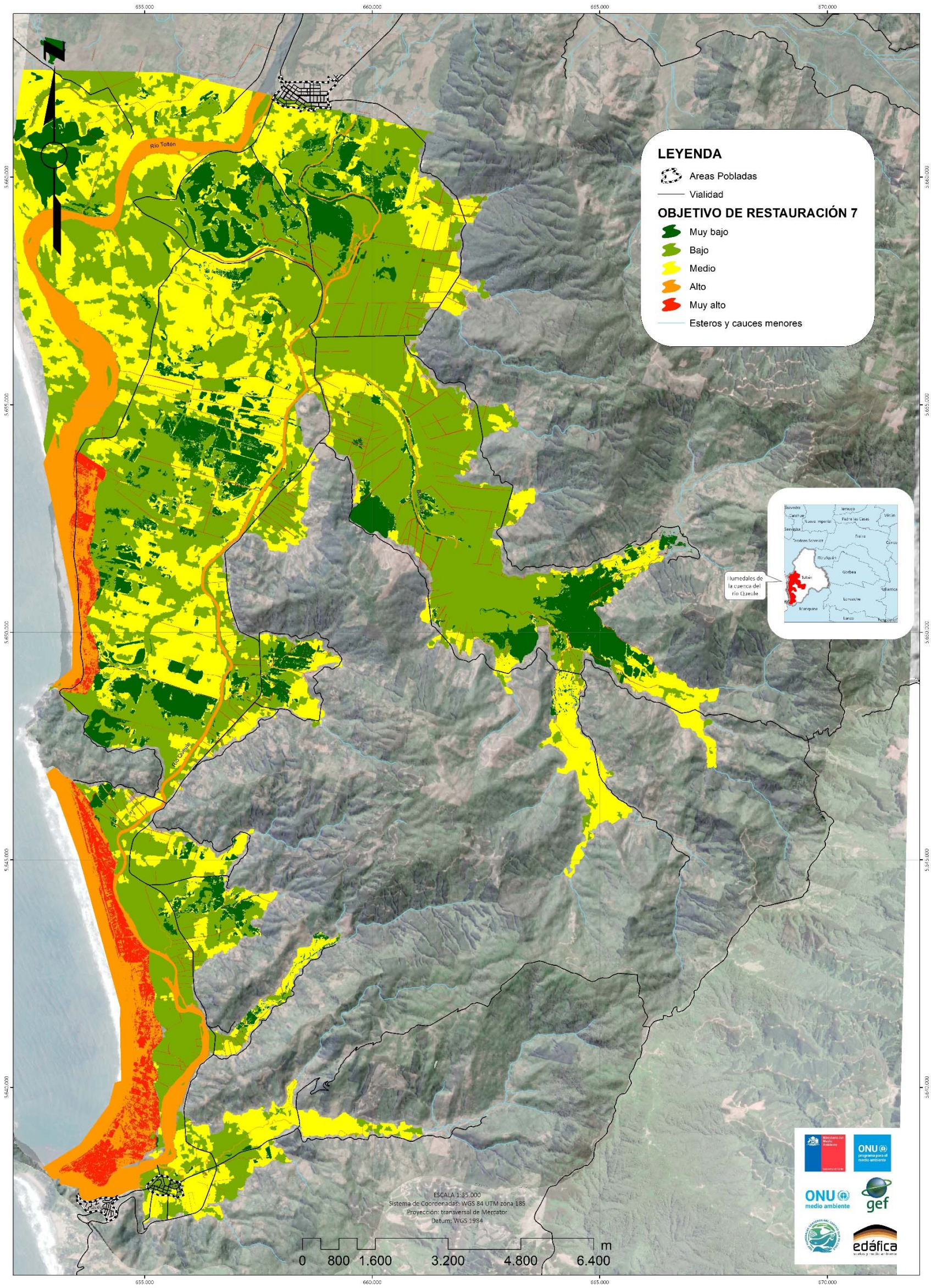
De acuerdo con los resultados de la investigación social, se priorizaron 3 sectores: Balsa de Nigue, Humedal La Patagua, y Humedales de Boroa Norte y Sur. La cartografía de las áreas priorizadas se presenta en Figura 10, mientras que el desarrollo de los resultados asociados se presenta en la sección 4.3.1.4.

Figura 31. Objetivo de restauración 7. Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos a beneficiarios locales, regionales y mundiales



Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Cartografía objetivo de restauración 7, Mejorar el suministro de servicios ecosistémicos



Se estimó la importancia de los sectores asociados a la falta de provisión de Servicios Ecosistémicos (SSEE) de importancia local, regional y mundial según los tipos de SSEE, asociados a usos de suelo y cobertura de humedales. Distintos tipos de suelo y tipos de humedales presentan valores estandarizados en escala de 0 a 100 puntos. Se calculó el promedio de la falta de provisión según las siguientes categorías: SSEE a nivel local (provisión, culturales, de apoyo), SSEE a nivel regional (recreación y turismo) y SSEE a nivel Mundial (regulación climática, almacenamiento de carbono).

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Cartografía Áreas prioritarias de restauración

La cartografía del Mapa síntesis de prioridades de restauración se presenta en Figura 34. En Cuadro 19, se indican las valoraciones promedio obtenidas del análisis de superposición para los objetivos de restauración, con segmentación de acuerdo con los sectores priorizados por instrumentos de investigación social. Las valoraciones más altas corresponden a humedales temporales, los cuales tienen un mayor potencial de respuesta positiva a intervenciones de restauración como podría corresponder a reforestaciones; y a humedales intermareales por su implicancia en la protección costera. A nivel de cuenca, considerando las zonas de plano, las superficies se indican en el Cuadro 20 y en Figura 33.

Cuadro 19. Valoración según tipo de humedal o uso del suelo en sectores priorizados

	Valoración del mapa síntesis de objetivos de restauración según Tipo de humedal / Uso del suelo						
Sector priorizado	PRADERAS	DRENES	INTERMAREALES	PLAYAS	TEMPORALES 1	TEMPORALES 2	Total
BALSA DE NIGUE	36	40	58		55	46	49
BOROA NORTE Y SUR	38	43			55	48	45
LAGUNA LA PATAGUA	36	42	51		52	44	45
Otros sectores	25	32	47	43	44	37	36
Total	33	37	50	43	50	42	41

Cuadro 20. Áreas prioritarias para restauración, subcuenca de Queule

Categoría de áreas prioritarias	Superficie (ha)
Prioridad para proteger	3.798
Baja prioridad para restaurar	18.839
Media - baja prioridad para restaurar	13.639
Media - alta prioridad para restaurar	1.675
Alta prioridad para restaurar	9
Total	37.960

Figura 33. Superficie áreas prioritarias para restauración, subcuenca de Queule

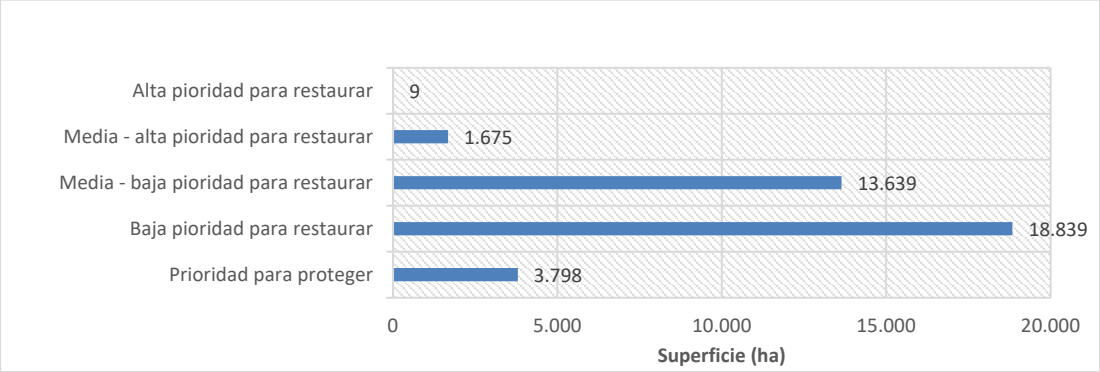
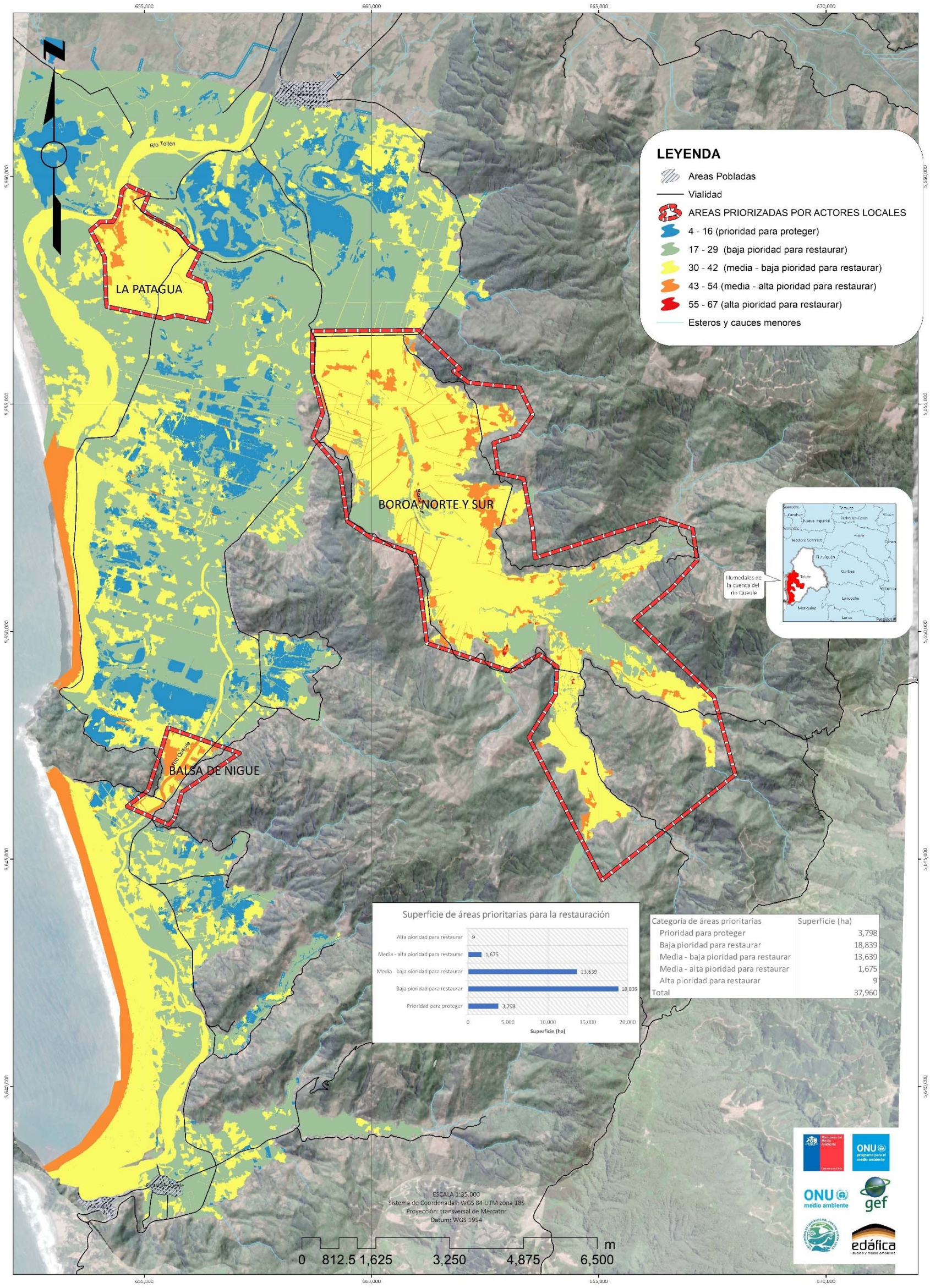


Figura 34. Mapa de Áreas prioritarias de restauración, subcuenca de Queule



Fuente: Elaboración propia

4.5 Acciones de manejo recomendadas

Las acciones de manejo recomendadas se presentan a continuación en una ficha específica para cada tipo cobertura identificada en las zonas prioritarias para la restauración. Cabe señalar que la cartografía asociada a estas acciones se puede observar en la Figura 15. Mapa de Humedales de la cuenca del río Queule) y Figura 16. Sección perimetral de 30 m desde parches de pitranto).

4.5.1 Cobertura 1 – Humedal palustre emergente temporal 1

Cuadro 21. Humedal temporal 1 – acciones de manejo.

COBERTURA 1 – HUMEDAL PALUSTRE EMERGENTE TEMPORAL 1		SUPERFICIE APROX. (ha): 1.365	CÓDIGO: HT1
DESCRIPCIÓN GENERAL Humedal palustre emergente temporal humedad media. Sitios de prioridad alta y media alta prioritarios para la restauración. PRINCIPALES AMENAZAS Pérdida de humedal, deterioro del suelo y pérdida de capacidad productiva producto del uso para pastoreo de humedales temporales cuando estos presentan inundación y saturación de suelo.			
LÍNEA DE ACCIÓN	USO RECOMENDADO	ACCIONES RECOMENDADAS	
Uso Protección Prioridad 1	Uso de Protección	La exclusión total de ganado en áreas de humedal temporal cuando estos presentan inundación o saturación de suelo.	
Uso Des. Sustentable Prioridad 2	Uso turismo rural	Las actividades productivas ya están presentes. Las actividades de turismo rural deben considerar el evidenciar las prácticas de ganadería y agricultura sustentable relacionadas con la temporalización del uso de los sectores de humedal temporal, considerando el aumento de los rendimientos, la incorporación de especies de pradera de ciclo corto y la exclusión del ganado bajo inundación o suelos saturados.	
Educación ambiental Prioridad 3	Uso conocimiento de ecosistemas	Acciones de educación ambiental para el conocimiento de los ecosistemas naturales presentes en el humedal y su apreciación. Acciones de educación ambiental sobre disminución de impactos antrópicos en estos ecosistemas.	
Uso Restauración Prioridad 4	Uso de Restauración de vegetación nativa de praderas de ciclo corto por sobre otras especies introducidas que permitan actividades de educación, investigación, turismo, patrimonial y étnicas	Incorporación de enmiendas orgánicas como guanos o compost; Incorporación de bacterias; Generación de corredores biológicos que conecten remanentes de vegetación nativa; Restauración pasiva: Eliminar o modificar los agentes que evitan la recuperación natural, tales como cortas, talas, caza, incendios intencionales, ganadería, entre otros agentes, de manera de permitan la recuperación y/o regeneración del bosque nativo/ mixto;; Educación ambiental; Investigación científica; Turismo conservacionista, patrimonial y étnico; Habilitación de infraestructura con fines de conservación;; siembra masiva, de densificación o bien, de enriquecimiento de especies; la preparación de suelo, fertilización o incorporación de enmiendas orgánicas, riego (dosis y frecuencia), sombreamiento.	
USOS NO RECOMENDADOS: Desarrollo de actividades extractivas o industriales.			

4.5.2 Cobertura 2 – Humedal palustre emergente temporal 2

Cuadro 22. Humedal temporal 2 – acciones de manejo.

COBERTURA 2 – HUMEDAL PALUSTRE EMERGENTE TEMPORAL 2	SUPERFICIE APROX. (ha): 760	CÓDIGO: HT2
DESCRIPCIÓN GENERAL Humedal palustre emergente temporal, alta humedad. Sitios de prioridad alta y media alta prioritarios para la restauración. PRINCIPALES AMENAZAS Pérdida de integridad de parches de humedal palustre emergente por deforestación; Pérdida de material genético por pastoreo; Pérdida de biomasa por incendios forestales; Pérdida de suelo por causas naturales (incendios, erosión); Pérdida de suelo por causas antrópicas (deforestación y erosión); Disminución de la disponibilidad de agua por causa antrópica; Fragmentación de bosque nativo (líneas eléctricas, viales, ductos); Presencia de basurales y micro-vertederos, contaminación del agua, eutroficación. Uso ineficiente para producción pecuaria.		
LÍNEA DE ACCIÓN	USO RECOMENDADO	ACCIONES RECOMENDADAS
Uso Protección Prioridad 1	Uso de Protección	Exclusión total de ganado en áreas de restauración; Apoyar las Iniciativas de conservación privada
Uso Restauración Prioridad 2	Uso de Restauración de humedal palustre boscoso nativo (pitranto) por sobre otras especies introducidas que permitan actividades de educación, investigación, turismo, patrimonial y étnicas	Incorporación de enmiendas orgánicas como lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas, guanos o compost; Incorporación de bacterias; Generación de corredores biológicos que conecten remanentes de vegetación nativa; Restauración pasiva: Eliminar o modificar los agentes que evitan la recuperación natural, tales como cortas, talas, caza, incendios intencionales, ganadería, entre otros agentes, de manera de permitan la recuperación y/o regeneración del bosque nativo/ mixto; Permitir que los componentes y procesos ecológicos se recuperen por sí solos a través de un proceso de sucesión natural; Educación ambiental; Investigación científica; Turismo conservacionista, patrimonial y étnico; Habilitación de infraestructura con fines de conservación; Mantener árboles muertos en pie para promover micro hábitats; Mantener troncos caídos en descomposición en el suelo para proveer refugio y hábitats de nidificación, regeneración de plántulas de especies arbóreas, reducción de tasas de erosión; Plantación masiva, de densificación o bien, de enriquecimiento de especies; la preparación de suelo, fertilización o incorporación de enmiendas orgánicas, riego (dosis y frecuencia), sombreamiento.
Uso Des. Sustentable Prioridad 3	Uso turismo rural y silvoagropecuario	Las actividades productivas ya están presentes. Las actividades productivas que fragmenten el ecosistema por su naturaleza deben implementar corredores biológicos que permitan la migración de fauna; Las actividades productivas deben incorporar en sus actividades la restauración de bosque inmediato a su área de producción con medidas de cortafuego y de resguardo ante incendios. Las actividades de turismo deben considerar la reforestación con especies nativas y el establecimiento de senderos específicos.
Educación ambiental Prioridad 4	Uso conocimiento de ecosistemas	Acciones de educación ambiental para el cocnocimiento de los ecosistemas naturales presentes en el humedal y su apreciación. Acciones de educación ambiental sobre disminución de impactos antrópicos en estos ecosistemas.
USOS NO RECOMENDADOS: Desarrollo de actividades extractivas o industriales. Producción agrícola y pecuaria.		

4.5.3 Cobertura 3 – Pitrantos

Cuadro 23. Pitrantos – acciones de manejo.

COBERTURA 3 – PITRANTOS	SUPERFICIE APROX. (ha): 1.901	CÓDIGO: PTR
DESCRIPCIÓN GENERAL Sitios con cobertura de humedal bosque pantanoso (pitrantos) con prioridad para proteger. PRINCIPALES AMENAZAS Pérdida de integridad de parches de bosque pantanoso por deforestación; Pérdida de material genético por pastoreo; Pérdida de biomasa por incendios forestales; Pérdida de suelo por causas naturales (incendios, erosión); Pérdida de suelo por causas antrópicas (deforestación y erosión); Disminución de la disponibilidad de agua por causa antrópica (competencia con plantaciones forestales, cultivos, praderas de pastoreo); Fragmentación de bosque nativo (líneas eléctricas, viales, ductos); Presencia de basurales y micro-vertederos, contaminación del agua, eutroficación.		

LÍNEA DE ACCIÓN	USO RECOMENDADO	ACCIONES RECOMENDADAS
Uso Protección Prioridad 1	Uso de Protección de bosque nativo por sobre otras especies introducidas	Prohibición de tala de bosque nativo; Protección de laderas y quebradas; Protección de nacientes y vertientes de agua; Atracción de avifauna, árboles percha, ensamble de especies vegetales, cajas nido; La exclusión total de ganado en áreas de restauración y en franjas de amortiguación; Apoyar las Iniciativas de conservación privada
Educación ambiental Prioridad 2	Uso conocimiento de ecosistemas	Acciones de educación ambiental para el conocimiento de los ecosistemas naturales presentes en la laguna y su apreciación. Acciones de educación ambiental sobre disminución de impactos antrópicos en estos ecosistemas.
Uso Des. Sustentable Prioridad 3	Uso turismo rural	Las actividades productivas ya están presentes. Las actividades productivas que fragmenten el ecosistema por su naturaleza deben implementar corredores biológicos que permitan la migración de fauna; Las actividades productivas deben incorporar en sus actividades la restauración de bosque inmediato a su área de producción con medidas de cortafuego y de resguardo ante incendios. Las actividades de turismo deben considerar la reforestación con especies nativas y el establecimiento de senderos específicos.
Uso Restauración Prioridad 4	Uso de Restauración de bosque nativo por sobre otras especies introducidas que permitan actividades de educación, investigación, turismo, patrimonial y étnicas	Incorporación de enmiendas orgánicas como lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas, guanos o compost; Incorporación de bacterias; Generación de corredores biológicos que conecten remanentes de vegetación nativa; Restauración pasiva: Eliminar o modificar los agentes que evitan la recuperación natural, tales como cortas, talas, caza, incendios intencionales, ganadería, entre otros agentes, de manera de permitan la recuperación y/o regeneración del bosque nativo/ mixto; Permitir que los componentes y procesos ecológicos se recuperen por sí solos a través de un proceso de sucesión natural; Educación ambiental; Investigación científica; Turismo conservacionista, patrimonial y étnico; Habilitación de infraestructura con fines de conservación; Mantener árboles muertos en pie para promover micro hábitats; Mantener troncos caídos en descomposición en el suelo para proveer refugio y hábitats de nidificación, regeneración de plántulas de especies arbóreas, reducción de tasas de erosión; Plantación masiva, de densificación o bien, de enriquecimiento de especies; la preparación de suelo, fertilización o incorporación de enmiendas orgánicas, riego (dosis y frecuencia), sombreamiento.
USOS NO RECOMENDADOS: Desarrollo de actividades extractivas o industriales. Actividad silvoagropecuaria		

4.5.4 Cobertura 4 – Anillos Pitrantos

Cuadro 24. Anillos Pitrantos – acciones de manejo.

COBERTURA 4 – ANILLOS PITRANTOS	SUPERFICIE APROX. (ha): 1.060	CÓDIGO: AP
DESCRIPCIÓN GENERAL Anillos de 50m alrededor de las coberturas de humedal bosque pantanoso. Sitios de prioridad alta y media alta prioritarios para la restauración. PRINCIPALES AMENAZAS Pérdida de integridad y conectividad entre parches de bosque nativo por deforestación; Pérdida de biomasa por incendios forestales; Pérdida de suelo por causas naturales (incendios, erosión); Pérdida de suelo por causas antrópicas (deforestación y erosión); Disminución de la disponibilidad de agua por causa antrópica (competencia con plantaciones forestales, cultivos, praderas de pastoreo); Fragmentación de bosque nativo (líneas eléctricas, viales, ductos); Presencia de basurales y micro-vertederos, contaminación del agua, eutroficación.		
LÍNEA DE ACCIÓN	USO RECOMENDADO	ACCIONES RECOMENDADAS
Uso Restauración Prioridad 1	Uso de Restauración de bosque nativo por sobre otras especies introducidas que permitan actividades de educación, investigación, turismo, patrimonial y étnicas	Incorporación de enmiendas orgánicas como lodos de plantas de tratamiento de aguas servidas, guanos o compost; Incorporación de bacterias; Generación de corredores biológicos que conecten remanentes de vegetación nativa; Restauración pasiva: Eliminar o modificar los agentes que evitan la recuperación natural, tales como cortas, talas, caza, incendios intencionales, ganadería, entre otros agentes, de manera de permitan la recuperación y/o regeneración del bosque nativo/ mixto; Permitir que los componentes y procesos ecológicos se recuperen por sí solos a través de un proceso de sucesión natural; Educación ambiental; Investigación científica; Turismo conservacionista, patrimonial y étnico; Habilitación de infraestructura con fines de conservación; Mantener árboles muertos en pie para promover micro hábitats; Mantener troncos caídos en descomposición en el suelo para proveer refugio y hábitats de nidificación, regeneración de plántulas de especies arbóreas, reducción de tasas de erosión; Plantación masiva, de densificación o bien, de enriquecimiento de especies; la preparación de suelo, fertilización o incorporación de enmiendas orgánicas, riego (dosis y frecuencia), sombreamiento.
Uso Protección Prioridad 2	Uso de Protección de bosque nativo por sobre otras especies introducidas	Prohibición de tala de bosque nativo; Protección de nacientes y vertientes de agua; Atracción de avifauna, árboles percha, ensamble de especies vegetales, cajas nido; La exclusión total de ganado en áreas de restauración y en franjas de amortiguación; Apoyar las Iniciativas de conservación privada
Educación ambiental Prioridad 3	Uso conocimiento de ecosistemas	Acciones de educación ambiental para el conocimiento de los ecosistemas naturales presentes en la laguna y su apreciación. Acciones de educación ambiental sobre disminución de impactos antrópicos en estos ecosistemas.
Uso Des. Sustentable Prioridad 4	Uso turismo rural y silvoagropecuario	Las actividades productivas ya están presentes. Las actividades productivas que fragmenten el ecosistema por su naturaleza deben implementar corredores biológicos que permitan la migración de fauna; Las actividades productivas deben incorporar en sus actividades RSE la restauración de bosque inmediato a su área de producción con medidas de cortafuego y de resguardo ante incendios. Las actividades de turismo deben considerar la reforestación con especies nativas y el establecimiento de senderos específicos.
USOS NO RECOMENDADOS: Desarrollo de actividades extractivas o industriales. Actividad silvoagropecuaria.		

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los Humedales de Queule conforman un sistema de humedales con amplia biodiversidad que se han visto alterados por diversas actividades humanas, por lo que urgen acciones para la restauración de sus áreas prioritarias. En base a la cartografía obtenida, se pudieron identificar las áreas asociadas a los objetivos de restauración propuestos por la metodología ROAM, con diferentes ponderaciones aplicadas según la necesidad de recuperar alguna función o servicio ecosistémico.

La cartografía del Mapa síntesis de prioridades de restauración obtenida del análisis de superposición con segmentación de acuerdo con los sectores priorizados por instrumentos de investigación social, indican que las valoraciones más altas corresponden a humedales temporales, los cuales tienen un mayor potencial de respuesta positiva a intervenciones de restauración como podría corresponder a reforestaciones; y a humedales intermareales por su implicancia en la protección costera.

Con respecto a la información social obtenida, es interesante destacar que entre los actores entrevistados no se observa una valoración centrada en aspectos de pro-medioambiente en relación con los humedales y sus funciones ecosistémicas, tendiendo a primar distintas valoraciones vinculadas a usos funcionales del territorio. En el caso de las comunidades mapuche contactadas, también se observó que las valoraciones tradicionales originarias en torno a los humedales como elementos sagrados han perdido lugar frente a otras concepciones no tradicionales del territorio.

Si bien, también se observa la existencia de valoraciones vinculadas a las cualidades ambientales de los humedales entre actores del territorio, estas se dan entre actores específicos con intereses especiales, destacando profesionales vinculados al mundo de la educación o a las capas generacionales más jóvenes en el caso de comunidades mapuches.

En relación a las transformaciones del paisaje, los entrevistados coinciden en destacar que durante las últimas décadas se han producido una serie de transformaciones radicales en el paisaje, vinculadas tanto a cuestiones climáticas relativas a las precipitaciones y la estacionalidad de las inundaciones, como también y muy especialmente a actividades antrópicas en las que la expansión forestal es señalada como la principal, aunque no la única destacando a su vez diversas actividades productivas silvoagropecuarias y también a procesos de urbanización residencial, neo ruralidad o demanda de suelo por hábitat. Considerando estos elementos, los entrevistados coinciden en destacar una transformación relevante en el territorio y los humedales de la zona.

Se ha señalado por parte de los actores entrevistados que las necesidades de subsistencia y sustento económico (desde la pequeña a la gran escala), sumada ausencia o insuficiencia en las estrategias de desarrollo económico local, ayudarían a comprender que los elementos de sensibilidad ecológica no estén entre las prioridades de las comunidades a nivel local. Por otra parte, también se ha señalado la ausencia de información y de estrategias educativas en relación con el cuidado ambiental como un elemento a considerar. En esta línea, se recomienda estudiar el desarrollo de estrategias de educación ambiental en la cuenca de Queule, articulando a la comunidad a través de las instituciones educativas y promover el conocimiento y la valoración ambiental mediante estrategias colaborativas intergeneracionales.

Respecto del proceso de investigación social realizado en un contexto de restricciones de movilidad por pandemia, y por otra parte, debido a un escaso conocimiento de la existencia del proyecto GEF humedales costeros por los actores y comunidades locales en la zona de estudio, el número de entrevistados (10 personas), se recomienda sea aumentado por acciones de difusión para futuros estudios en el área en el

marco de continuidad para la implementación efectiva de áreas de restauración ambiental en el territorio de los humedales de Queule.

Por otra parte, se ha identificado sintonía entre objetivos de restauración y escenarios de protección y cuidado ambiental de los humedales en el caso de actores vinculados al sector del turismo, quienes ven en el cuidado de los humedales oportunidades de desarrollo de su sector, constituyendo una relevante convergencia de intereses entre actores locales y los propósitos de restauración del proyecto.

En relación con las oportunidades de restauración se identificaron tres áreas concretas: Humedal La Patagua, Humedales de la Balsa de Nigue, y Humedales de Boroa (sectores norte y sur). En ese contexto y considerando la diversidad de perspectivas recogidas en el marco de la serie de entrevistas, el turismo se presenta como una actividad privilegiada a la hora de conciliar intereses locales, necesidades de desarrollo económico y cuidado del medioambiente, constituyendo una importante oportunidad de desarrollo para programas futuros.

A nivel general, la información levantada será útil para que los tomadores de decisión puedan desarrollar un plan de restauración coherente para los Humedales de Queule, pudiendo definir aspectos para el uso de la tierra a nivel local. En este Estudio se identificaron zonas importantes para la conservación de la biodiversidad, en donde los ambientes están menos degradados, pudiendo implementarse como “áreas núcleo” y ser utilizadas como ecosistema de referencia para alguna de las áreas a restaurar. Como área núcleo debe entenderse aquellas con suficientes atributos de pristinidad, o de conservación de las condiciones de biodiversidad y de funciones ecosistémicas naturales o endémicas que sirvan de modelo para una gestión responsable y efectiva de las áreas a restaurar y de su implementación en el corto, mediano y largo plazo.

Se recomienda fortalecer el desarrollo endógeno, con pertinencia local para cada territorio a través de un plan de desarrollo local diferenciado y generado con la participación de los propios habitantes, y que incorpore los elementos de conservación, cuidado y restauración vinculados a actividades de subsistencia de tipo sustentables.

6 REFERENCIAS

Barral, María Paula. 2017. ECOSER: protocolo colaborativo de evaluación y mapeo de servicios ecosistémicos y vulnerabilidad socio-ecológica para el ordenamiento territorial. Tutorial para el mapeo de funciones ecosistémicas y servicios ecosistémicos. http://eco-ser.com.ar/ecoser-tutoriales.php

Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2012). Green infrastructure: linking landscapes and communities. Island press., Washington, 299 p.

BOLUND & HUNHAMMAR (1999). *Analysis ecosystem services in urban areas.* Ecological Economics 29 (1999), 293 – 301. http://www.fao.org/uploads/media/Ecosystem_services_in_urban_areas.pdf

Castañeda Abanto, D. y Jiménez, L. 2007. "La entrevista telefónica", *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*, XVIII(26):137-162.

Contreras, E. y Pacheco, J. F. (2007). Evaluación Multicriterio para Programas y Proyectos Públicos. Extraído el 2 de julio de 2021 de http://www.dii.uchile.cl/~ceges/publicaciones/92%20ceges%20EC.pdf

Crepani, E.; Medeiros, J.S., Palmeira, A.F., Silva, E.F. (2008). "Zoneamento EcológicoEconômico", in Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. Org. por Florenzano, T.G., ed. Oficina de Textos, São Paulo – SP, pp. 285 – 318

Donoso, C y A Lara. Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. Pp. 363-387 en: Armesto, J; C Villagrán y M Kalin (eds). Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 1997

Edáfica - MMA, 2018. Informe Final 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. Subsecretaría del Medio Ambiente

FAULKNER, S. (2004). *Introduction: Wetlands in urban watersheds*. Urban Ecosystems 7 (2004), 87–88.

GORE RM, GTZ, U Chile. 2002. Planificación Ecológica del Territorio, Guía Metodológica.

GOBIERNO REGIONAL DE LA ARAUCANÍA (2009). *Estrategia Regional de Desarrollo Región de La Araucanía 2010 – 2022.*

Guber, R. 2011. "La Entrevista etnográfica o el arte de la no directividad". En: *La Etnografía: Método, campo y reflexividad*, pp: 69-92. Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores.

Hauenstein, E., González, M., Peña-Cortés, F., & Muñoz-Pedreros, A. (2002). Clasificación y caracterización de la flora y vegetación de los humedales de la costa de Toltén (IX Región, Chile). Gayana. Botánica, 59(2), 87-100.

LEP – Laboratorio de Ecología de Paisaje – Universidad de Concepción. 2018. Primera aplicación de Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM) en Chile. Disponible en http://www.lep.udec.cl/primera-aplicacion-de-restoration-opportunities-assessment-methodology-roam-en-chile/.

Martínez Salgado, C. 2012. “El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias”. Ciência & Saúde Coletiva, 17, 613-619.

Mellado, N. 2019. Aplicación de la Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM) para la recuperación del ecosistema de la cuenca del Lago Lanalhue. Habilitación presentada para optar al título de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción. 110 pp.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2016). *Diagnóstico del estado y tendencia de la biodiversidad en las regiones de Chile.* División de Recursos Naturales y Biodiversidad.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017 – 2030-.* División de Recursos Naturales y Biodiversidad. GEF – PNUD.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (2018). *Plan Nacional de Protección de Humedales 2018 – 2022*. División de Recursos Naturales y Biodiversidad.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICOS (2012). *Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021. Región de La Araucanía.* Dirección Regional de Planeamiento MOP Región de La Araucanía.

Morse, J. 1995. “The significance of saturation”. Qual Health Res; 5(2):147-149; Marshall, M (1996). “Sampling for qualitative research”, FromPract; 13(6):522-525.

MUNICIPALIDAD DE TOLTÉN (2017). *Actualización Plan de Desarrollo Comunal 2017 – 2022.* Instituto de Desarrollo Local y Regional, Universidad de La Frontera

Peña-Cortés, F., Bertrán, C., Tapia, J., Hauenstein, E., Cisternas, M., Rebolledo, G., & Escalona-Ulloa, M. (2009). Cambio de uso del suelo: el caso del borde costero de la Araucanía, sur de Chile: evolución y situación actual. In 5th International Conference Virtual City and Territory, Barcelona, 2, 3 and 4 June 2009 (pp. 517-524). Centre de Política de Sòl i Valoracions.

Torrejón, F y M Cisternas. Impacto ambiental temprano en La Araucanía deducido de crónicas españolas y estudios historiográficos, Bosque, 2002, vol. 24, núm.3, p. 45-55.

Universidad de Concepción. 2016. Metodología para el Diseño de una Infraestructura Ecológica de Largo Plazo.

Urrutia-Estrada, J., Fuentes-Ramírez, A., Correa-Araneda, F., & Hauenstein, E. (2018). Impactos de la fragmentación sobre la composición florística en bosques pantanosos del centro-sur de Chile. Boletín De La Sociedad Argentina De Botánica, 53(2), 267-278.

UICN y WRI (2014). Guía sobre la Metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM): Evaluación de las oportunidades de restauración del paisaje forestal a nivel nacional o subnacional. Documento de trabajo (edición de prueba). Gland, Suiza: UICN. 125 pp.

Páginas web visitadas:

http://seguimientoipt.minvu.cl/main.php?module=search, revisada el día 15-07-2021.

https://www.ramsar.org/es/humedal/chile, revisada el día 15-07-2021.

Estado del documento

Revisión	Fecha	Autor	Revisado	Comentarios
0	8 de dic. de 21	PNV		
C	18 de noviembre de 2021	RB/FA/VM/FM/PV/CM/PNV	PNV	
B	7 de septiembre de 2021	RB/FA/VM/FM/PV/CM/PNV	PNV	
A	06 de agosto de 2021	RB/FA/VM/FM/PV/CM/PNV	PNV	

