



FACULTAD DE HISTORIA, GEOGRAFÍA Y CIENCIA POLÍTICA
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

EVOLUCIÓN DE LAS TURBERAS COMO RECURSO NATURAL Y ELEMENTO
MITIGADOR DEL CAMBIO CLIMÁTICO
Caso de estudio: comuna de Tortel

por

JAVIERA VIÑALES ROJAS

Seminario de Investigación presentado al Instituto de Geografía de la Pontificia
Universidad Católica de Chile para optar al grado académico de Licenciatura en
Geografía.

Profesor guía:

Alejandro Salazar Burrows

Marzo, 2022
Santiago de Chile
©2022, Javiera Viñales Rojas.

©2022, Javiera Viñales Rojas

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autora

AUTORIZACIÓN PARA LA REPRODUCCIÓN DEL
SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN (SELECCIONE UNA
OPCIÓN)

a) Ninguna parte de este Seminario de Investigación puede reproducirse o transmitirse bajo Ninguna forma o por ningún medio o procedimiento, sin permiso por Escrito del(os) autor(es).

FECHA----- FIRMA

b) Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

FECHA----- FIRMA

Este seminario fue apoyado por:

- ANID - Proyecto Fondecyt Regular N° 1191865 "Interacciones geográficas-ambientales: vinculando los sistemas socio ecológicos con la historia ambiental. Valle Exploradores, Patagonia Occidental, Región de Aysén" a cargo del Dr. Alejandro Salazar Burrows.
- Observatorio Humano Medio Internacional Patagonia-Bahía Exploradores, cofinanciado por el LabEx DRIIHM, programa francés
"Investissements d'Avenir" (ANR-11-LABX-0010)
- Estación Patagonia de Investigaciones Interdisciplinarias UC
- ANID - Concurso de Fortalecimiento al Desarrollo Científico de Centros Regionales N° R20F0002, del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Patagonia.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Área de estudio	5
2. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo General.....	9
2.2 Objetivos Específicos	9
3. MARCO TEÓRICO.....	10
3.1 Aspectos generales y específicos de las turberas	10
Formación del ecosistema turberas: origen natural y antropogénico.	10
El clima y suelo adecuado para la formación de turberas.....	12
Vegetación de las turberas: ejemplos de estudios vegetacionales en Chiloé y Aysén.	13
3.2 Turberas como recurso natural y como elemento de mitigación del cambio climático	14
Turberas ¿Un recurso natural?	14
Las turberas podrían mitigar o acelerar el cambio climático.....	15
Extracción de recursos turba y musgo Sphagnum y su poca regulación	17
3.3 Condiciones jurídicas de las turberas	18
La conservación de las turberas tiene que ser prioridad mundial	18
La jurisdicción respecto al uso de recursos de las turberas difiere en cada país	19
3.4 Percepción Remota Satelital (P.R.S) para el estudio y análisis de las turberas.....	20
P.R.S como instrumento de visualización del estado y evolución de las turberas ...	20
Aportes y deficiencias de la Teledetección para visualizar las turberas.....	21
4. METODOLOGÍA	23
4.1 Metodología del objetivo 1: Comprender el estado de protección legal de las turberas a nivel nacional e internacional.....	26
4.2 Metodología del objetivo 2: Determinar los factores económicos, sociales y ambientales que afectan al desarrollo y al rol mitigador del cambio climático de las turberas de Tortel.	27

4.3 Metodología del objetivo 3: Analizar la evolución espacial del impacto de la actividad humana en las turberas de Tortel en las últimas décadas.	28
4.4 Imágenes satelitales	31
5. RESULTADOS	33
5.1 Cronología de las distintas leyes y normativas nacionales relacionadas a las turberas	33
1981: Decreto 771. Convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas.	33
1982: Ley Orgánica Constitucional sobre concesiones mineras.	34
1983: Ley 18.248. Código de minería.	34
1994: Ley 19. 300. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente.....	35
1998: Ley 19.561. Ley sobre Fomento Forestal (Modifica Decreto Supremo 701).36	
2010: Ley 20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. (Modifica ley 19.300).	37
2011: Decreto 82. Aprueba reglamento de suelos, aguas y humedales.	38
2013: Decreto 40 Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.....	39
2018: Decreto 25 Dispone medidas para la protección del musgo Sphagnum Magellanicum.	40
2020: Ley 21.202. Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos.....	43
En tramitación: Proyecto de ley boletín N° 12.017-12 proyecto de ley sobre protección ambiental de turberas.	43
5.1.2 Legislación nacional del ecosistema de turberas: una mala legislación.....	45
Protección nacional de las turberas: Una débil cobertura de conservación.	46
¿Qué medidas se están tomando al respecto?	47
Las turberas de Tortel no cuentan con protección Ramsar ni con la ley 21.202.	48
5.1.3 Legislación internacional de ecosistema de turberas.....	48
Legislación australiana: turba como mineral explotable y una parcial protección...48	
Reino Unido y su interés por proteger el ecosistema de turbera: una protección de carácter privado.....	49
Turberas en Canadá: una legislación que depende de las políticas federales, provinciales y territoriales.	50

5.1.4 Comparación de la situación chilena respecto a la legislación y protección de los humedales tipo turbera en otros países.....	53
5.2. Factores económicos, sociales y ambientales que afectan al desarrollo y al rol mitigador del cambio climático de las turberas de Tortel.	55
5.2.1 Factores económicos	55
Datos de los censos de 1992, 2002 y 2017	55
Actual actividad económica de Tortel	58
La economía de Tortel y las turberas.....	61
5.2.2 Factores sociales.....	66
Poco involucramiento de la sociedad con la naturaleza.	66
Poca información respecto a los importantes ecosistemas del lugar	68
Transformaciones socio-territoriales de Tortel.....	69
Opiniones divididas sobre proteger las turberas.	71
5.2.3 Factores ambientales	74
Clima de Tortel favorable para el crecimiento y mantenimiento de las turberas	74
Cambio climático y la posible falta de agua	¡Error! Marcador no definido.
5.3 Impacto de la actividad humana en las turberas de Tortel en los últimos años.....	77
5.3.1 Geolocalizando una turbera.....	77
5.3.2 Índices	85
Índice de vegetación	85
Índice de agua	86
5.3.3 Clasificación supervisada	89
6. CONSIDERACIONES FINALES.....	93
REFERENCIAS	96
ANEXOS	110

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Método para ordenar las distintas normativas nacionales que han regido a los humedales de turbera	26
Cuadro N° 2. Método para comparar la situación nacional e internacional.....	27
Cuadro N° 3. Normativa nacional que ha regido a los humedales de turbera	44
Cuadro N° 4. Tabla comparativa de situación nacional e internacional de las turberas ..	52
Cuadro N° 5. Datos poblacionales y de vivienda según censos de 1992, 2002 y 2017 ...	55
Cuadro N° 6. Gráfico de datos poblacionales y de vivienda según los censos	56
Cuadro N° 7. Comparación de los sectores productivos de Tortel según censo de 1992.	56
Cuadro N° 8. Comparación de los sectores productivos de Tortel según censo del 2017	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Área de estudio: Turberas en Tortel, Región de Aysén, Chile.....	8
Figura N° 2. Formación y evolución de una turbera.....	10
Figura N° 3. Zona poco profunda	11
Figura N° 4. Luz penetra en el agua.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura N° 5. Cumulo de materia orgánica	12
Figura N° 6. Turbera	12
Figura N° 7. Esquema Metodológico.....	25
Figura N° 8. Imagen satelital de turbera cerca a caleta Tortel del año 2014	31
Figura N° 9. Imagen satelital de turbera cercana a caleta Tortel del año 2017	32
Figura N° 10. Imagen satelital de turbera cercana a caleta Tortel del año 2021.....	32
Figura N° 11. Tortel y sus alrededores	58
Figura N° 12. Caleta Tortel.....	58
Figura N° 13. Ciprés de las Guaitecas	60
Figura N° 14. Restos de ciprés talado encima de una turbera.....	60
Figura N° 15. Ciprés de las Guaitecas quemado.....	61
Figura N° 16. Sitio X	62
Figura N° 17. Trabajadores cargando sacos de musgo y turba en el Sitio X.....	63
Figura N° 18. Cinta blanca que utilizaban para marcar donde se había cosechado.....	64
Figura N° 19. Sitio Y	63
Figura N° 20. Musgo en estado de regeneración	64
Figura N° 21. Saco de musgo roto cerca de la carretera	66
Figura N° 22. Vista de las primeras pasarelas de caleta Tortel.....	70

Figura N° 23. Zonas climáticas de la comuna de Tortel	76
Figura N° 24. Mapa de puntos parcelados cada diez metros	77
Figura N° 25. Sector con mayor presencia de agua en los cinco primeros puntos	78
Figura N° 26. Sphagnum con mayor presencia de agua	79
Figura N° 27. Chaura	79
Figura N° 28. Sphagnum en mal estado.....	80
Figura N° 29. Musgo sin cosechar	80
Figura N° 30. Zona sin cosechar	81
Figura N° 31. Musgo Sphagnum con sedimentos volcánicos.....	81
Figura N° 32. Musgo con ceniza volcánica en Tortel.....	82
Figura N° 33. Sacos de musgo tirados en la ruta X-904 (Sitio Y) ¡Error! Marcador no definido.	
Figura N° 34. Alta densidad de musgo sin presencia de agua	83
Figura N° 35. Fuerte extracción de musgo y turba en Sitio X.....	84
Figura N° 36. Índice de vegetación 2014.....	85
Figura N° 37. Índice de vegetación 2017.....	85
Figura N° 38. Índice de vegetación 2021.....	86
Figura N° 39. Índice de agua 2014	86
Figura N° 40. Índice de agua 2017	87
Figura N° 41. Índice de agua 2021	87
Figura N° 42. Clasificación supervisada imagen 2014	89
Figura N° 43. Clasificación supervisada imagen 2017	90
Figura N° 44. Clasificación supervisada imagen 2021	91

Figura N° 45. Usos de tierra en Tortel	110
--	-----

RESUMEN

La turbera es un tipo de humedal conocido por retener grandes cantidades de carbono y por sus dos grandes recursos, el musgo *Sphagnum* y la turba, los cuales son requeridos por el ser humano para hacer combustible, abono, usos hortícolas u ornamentales, entre otros. De esta manera, las grandes empresas explotan descontroladamente sus recursos y destruyen este valioso y desconocido ecosistema. Por esta razón, la presente investigación busca conocer la evolución de la turbera como recurso natural y elemento mitigador del cambio climático en la comuna de Tortel, debido a la gran cantidad de turberas en la comuna y la fuerte extracción que presenta, junto con la necesidad de aumentar los estudios locales en estas zonas más aisladas. Para ello se recurre a una metodología cualitativa y de teledetección, a través de revisión bibliográfica, recopilación de información en terreno, entrevistas semiestructuradas y comparación de imágenes satelitales. Como resultado se obtuvo una cronología de las distintas leyes y normativas que se relacionan con las turberas tanto nacional como internacionalmente lo que evidenció su poca protección. Por otro lado, el trabajo en terreno permitió una mejor visualización del estado de las turberas y la poca conciencia de las personas locales respecto a su importancia y conservación, junto con una construcción histórica de la comuna y su relación con la naturaleza. Se realizaron los índices de agua y vegetación de las imágenes satelitales respectivas y finalmente, la clasificación supervisada demostró que la zona húmeda a lo largo del tiempo había disminuido. Aunque se siga cosechando con plan de manejo, urge la protección legal del ecosistema de turberas ya que estas continúan degradándose, perdiendo sus funciones vitales para el medioambiente, reteniendo menos CO₂, liberándolo a la atmosfera y reteniendo menos agua, provocando mayor escurrimiento superficial.

ABSTRACT

The peatland is a type of wetland known for retaining large amounts of carbon and for its two great resources, sphagnum moss and peat, which are required by humans to make fuel, fertilizer, horticultural or ornamental uses, among others. In this way, large companies uncontrollably exploit their resources and destroy this valuable and unknown ecosystem. For this reason, the present investigation seeks to know the evolution of the peatland as a natural resource and an element that mitigates climate change in Tortel, due to the large number of peatlands in the area and the big extraction that it presents, together with the need to increase local studies in these more isolated areas. To do this, a qualitative and remote sensing methodology is used, through bibliographic review, collection of information in the field, semi-structured interviews, and comparison of satellite images. As a result, a chronology of the different laws and regulations that are related to peatlands nationally and internationally was obtained, which evidenced their little protection. On the other hand, the field work allowed a better visualization of the state of the peatlands and the little awareness of local people regarding their importance and conservation. Water and vegetation indices of the respective satellite images were made and finally, the supervised classification showed that the humid zone of one peatland in Tortel, over time had decreased. Although harvesting continues with a management plan, the legal protection of the peat bog ecosystem is urgent, they continue to degrade, losing their vital functions for the environment, retaining less CO₂, releasing it into the atmosphere and retaining less water, causing greater surface runoff.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Con el pasar de los años el ser humano ha provocado un aumento en la demanda de los recursos del planeta y lo ha puesto en una peligrosa situación. No solo causas antrópicas sino también naturales provocan el fenómeno de cambio climático el cual se manifiesta en una variación en las variables climáticas (IPCC, 2013). Las que solían seguir un mismo patrón según cada región del planeta, sin embargo, periódicamente los noticieros siguen informando mayores temperaturas en la Antártica o menores lluvias en zonas donde solía precipitar; provocando severas consecuencias a escala planetaria. Según Garreaud (2011), estos cambios en el sistema climático se deben principalmente al incremento de las concentraciones de gases efecto invernadero.

Los gases efecto invernadero, tales como el dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno (N), metano (CH_4), vapor de agua y ozono (O_3), son componentes gaseosos de la atmósfera que afectan gravemente al sistema climático, ya que parte de la radiación saliente de onda larga emitida por la Tierra al espacio es remitida a la superficie por la presencia de estos gases. Si estas concentraciones continúan aumentando, la temperatura del planeta mantendrá una tendencia positiva buscando el equilibrio radiativo (Martínez & Fernández, 2004). Estos gases abundan en la atmósfera debido a la fuerte combustión de petróleo y aceites pesados (Barry y Chorley, s.f) que comenzó a ser significativa a mediados del siglo XIX debido al proceso de industrialización (Garreaud, 2011).

El CO_2 es el principal gas de efecto invernadero que afecta al equilibrio radiativo de la Tierra (IPCC, 2013) sin embargo, el fitoplancton en el mar y las plantas en la tierra tienen la capacidad de capturar la energía de la luz solar y utilizarla para transformar ese dióxido de carbono en moléculas orgánicas (Bolin, 1970). Las masas forestales almacenan grandes cantidades de carbono, lo intercambian con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración; y se convierten en fuentes de carbono atmosférico cuando son perturbados por causas humanas o naturales (incendios, deforestación) luego siguen

en el ciclo y vuelven a ser sumideros después del abandono de las tierras y su regeneración tras la perturbación (Brown, 1997). Asimismo, las turberas también cumplen el rol de sumidero, secuestrando cerca de 0.1 gigatoneladas de carbono anualmente (Frolking, et al. 2006).

Las turberas son un tipo de humedal que representan cerca del 50 al 70% de todos los humedales del mundo. Se extienden por los seis continentes, en zonas boreales, templadas y tropicales (Díaz et al, 2005a) Son reconocidas a nivel mundial como un ecosistema, un recurso económico y ecológico que contribuye a la diversidad biológica, al ciclo hídrico mundial y al almacenamiento mundial de carbono (Ramsar, 2006). Se piensa que contienen cerca de un tercio de todo el carbono que se encuentra en el suelo, a pesar de que sólo cubren del 4 al 5% de la superficie terrestre (Waddington et al., 2003).

Los principales componentes biológicos de las turberas son el musgo *Sphagnum* y la turba. Por un lado, el musgo *Sphagnum*, ya sea vivo o muerto contiene más carbono incorporado que cualquier otra planta, tiene la capacidad de crear un hábitat en el que pocas plantas pueden prosperar (Van Breemen, 1995) y cuenta con una gran capacidad antimicrobiana al encontrarse en estado fresco (ODEPA, 2013) Por otro lado, la turba se define como un sedimento natural de tipo fitógeno, poroso, no consolidado, constituido por materia orgánica parcialmente descompuesta, acumulado en un ambiente saturado de agua (Hauser, 1996). Se ha reconocido que estos elementos cuentan con una inmensa capacidad de retener grandes cantidades de agua, con una influencia significativa en el ciclo hidrológico y en el clima en su extensión (Blanco & Balze, 2004).

Las turberas cumplen importantes funciones ecológicas en la prevención de las inundaciones, protegen la calidad del agua interceptando y filtrando la escorrentía y proveen de hábitats críticos para comunidades únicas de plantas y animales (Díaz et al., 2005a). Según Bárbara Saavedra, ecóloga y directora del capítulo nacional de la *Wildlife Conservation Society*, “ningún otro ecosistema tiene la capacidad de servir como reserva

de agua y al mismo tiempo capturar carbono y metano en un mismo espacio” (Terram, 2017).

La superficie mundial de las turberas se ha reducido considerablemente, entre un 10 y un 20% desde 1800, debido al cambio climático y a las actividades humanas, en particular por el drenaje para agricultura y la silvicultura. Las presiones humanas en las turberas pueden clasificarse como directas, tales como el drenaje, conversión de tierras, excavación, inundación y presión de visitantes, o indirectas, es decir, como resultado de la contaminación del aire, agua, y el desarrollo de infraestructuras (Joosten & Clarke 2002). Los constantes incendios forestales, que han ido en aumento en las últimas décadas debido a causas naturales (altas temperaturas) o antropogénicas (quema de bosque para extracción forestal de ciprés y otros, o bien para limpieza de terreno para uso ganadero), perturban los límites de las turberas, erosionando terrenos adyacentes y facilitando la entrada de materiales exógenos (Resumen, 2013). De esta forma, las turberas degradadas pierden su capacidad como sumidero y se convierten en importantes fuentes emisoras de carbono y metano (Frolking et al., 2006), aumentando la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera.

Junto a lo anterior, los recursos de las turberas son extraídos para el uso hortícola, forestal, de floricultura y ornamental. Por un lado, la turba se emplea como aislante térmico y para el tratamiento de aguas residuales (Díaz et al., 2008), y por el otro, el musgo es usado para la germinación de semillas, como agente para filtración y tratamiento de aguas servidas. Los sitios donde se ha extraído turba y musgo *Sphagnum*, difícilmente vuelven a ser ecosistemas funcionales, debido a que provocan una caída en el nivel freático, favoreciendo su descomposición. Por ello es necesario adoptar medidas para promover la regeneración del ecosistema funcional de la turbera (Tuitilla, 2000).

En Chile, las turberas abarcan una extensión de 3.1 millones de hectáreas (CONAF & CONAMA, 2006), desde la cordillera Pelada hasta el Estrecho de Magallanes (Blanco & Balze, 2004) las cuales, durante miles de años, han almacenado enormes cantidades de carbono, equivalentes a 4.7 veces la biomasa aérea de todos los

bosques de Chile (Hoyos-Santillán et al., 2019). Sin embargo, a lo largo del Camino Longitudinal Austral que conduce a Caleta Tortel, es posible ver dispuestos centenares de sacos donde se acumula el pompón que será comercializado. La extracción, de turba y musgo *Sphagnum* en el país, no está controlada y no existe una regulación legal para ello, por lo que el recurso extraído pertenece al dueño del terreno en el que crece, cosechando sus recursos de manera artesanal. A su vez, la regulación minera ofrece normativa aplicable a la extracción de turba, construyendo concesiones mineras para su extracción y comercialización (Berríos & Jirón, 2018).

Uno de los problemas que se presenta frente a la situación de las turberas es la falta de conocimiento sobre la importancia de la turbera como sumidero y mitigador del cambio climático. En este aspecto, Chile es considerado un país altamente vulnerable al cambio climático, sin embargo solo aporta un 0,21% de los gases efecto invernadero mundiales (Billi et al., 2019). Es posible seguir bajando ese porcentaje, si se concientiza e informa al ser humano sobre los distintos ecosistemas que podrían ayudar a hacer más lento este proceso. Al respecto, existen pocos estudios locales y no hay una periódica actualización del estado en que se encuentran las turberas, las cuales siguen siendo explotadas de manera desinformada y desregulada, impactando enormemente a un ecosistema tan valioso y desconocido. Por lo que la presente investigación busca conocer la evolución de la turbera como recurso natural y elemento mitigador del cambio climático en la comuna de Tortel.

1.2 Área de estudio

La Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo se extiende entre los 43°38' y 49°16' de latitud sur y desde los 71°06' de longitud oeste hasta el Océano Pacífico. Abarca una superficie de 108.494,4 km², con un clima fuertemente influenciado por el frente polar y por la presencia de grandes lagos que configuran importantes microclimas. Además, la región se divide en cuatro provincias: Aysén, Coyhaique, General Carrera y Capitán Prat (Gobierno Regional de Aysén, s.f).

En la provincia Capitán Prat se ubica la comuna Tortel, a un costado de la desembocadura Baker, con una superficie de 19710.6 km² (BCN, 2021) entre los Campos de Hielo Norte y Sur y el Golfo de Penas. En la zona existen montañas, glaciares, ríos y lagos que dan origen a las reservas de agua dulce más grandes del mundo, los que generan además diversos ecosistemas donde interactúan especies forestales y arbustivas con una variada fauna (SERNATUR, 2021). La densidad poblacional de Tortel es muy baja y su principal característica es el aislamiento (Villagra, et al., 2009), con una población total de 523 personas según el censo 2017, (BCN, 2021). Hasta la fecha, la comuna de Tortel se ha mantenido como una comuna 100% rural (INE, 2021).

El clima de Tortel es marítimo del tipo templado lluvioso y de tundra, según la clasificación climática de Köppen. Presenta un exceso de precipitación, con todos los meses del año húmedos y un promedio de temperaturas de 8°C (Hajek & Di Castri 1975). La vegetación original está conformada por bosques de coihue de Chibé (Amigo et al. 2004) en tierras bajas, y turberas esfagnosas en los valles fluviales (Pisano, 1983), junto con el importante Ciprés de las Guaitecas en toda su extensión.

Según el Plan Nacional de Protección de Humedales la Patagonia alberga cerca de 3,7 millones hectáreas de turberas, con 340.000 hectáreas en Aysén (Ministerio del Medio Ambiente, 2018). Aysén tiene una tasa de acumulación de turba de 0,5 - 1,0 mm por año, siendo necesarios 1.000 a 2.000 años para acumular un metro (Rodríguez, 2015). La resiliencia biológica que las turberas brindan ha sido documentada a nivel mundial (Kimmel & Mandar, 2010). La resiliencia de la Patagonia fue clave durante los grandes incendios provocados por los colonos a comienzos del siglo XX. Durante ese periodo, las turberas conservaron los renovales y semillas de Ciprés de las Guaitecas, y de otras especies amenazadas, cuya reforestación hoy se promueve en la región (Rodríguez & Marvin, 2021).

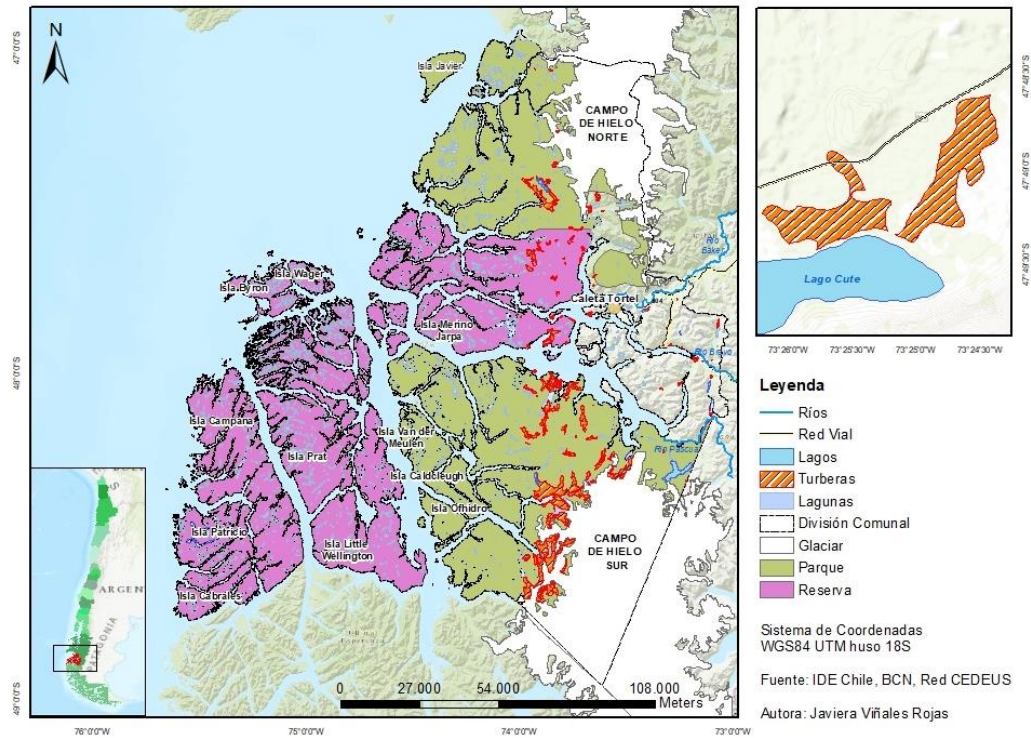
Importantes turberas topogénicas, localmente llamadas "mallines colorados" y ombrogénicas, o "campañas", se ubican en la comuna de Tortel (Villagra, 2009). Estas

últimas se encuentran en tierras altas y se alimentan sólo del agua de lluvia que retienen en sus cojines; presentan un sustrato de turba delgado (alrededor de 50 cm) que rara vez presentan anegamiento, pero si pequeñas depresiones que forman lagunas (San Martín et al., 2014). Las especiales condiciones de su territorio montañoso, accidentado y surcado por grandes sistemas fluviales, que desembocan en fiordos y canales, crean turberas en las que crece gran variedad de especies herbáceas, sin embargo, actualmente no existen muchos estudios al respecto (Villagra, 2009).

En la Región de Aysén las turberas sufren una serie de amenazas, tales como extracción de turba y de musgo *Sphagnum*, obras civiles sobre humedales de turberas, turismo no sustentable, que se suman a los cambios de precipitación y temperatura asociadas al cambio climático (Wildlife Conservation Society, 2020). Esto podría provocar la pérdida de cualidades de las turberas de la región de Aysén, como retener agua o grandes cantidades de CO₂ (Rodríguez & Marvin, 2021).

Existen casi 400.000 hectáreas de turberas en la comuna de Tortel, un 96% se encuentran ubicadas en terrenos fiscales (Terram, 2017). Muestras de turba de musgos *Sphagnum magellanicum* extraídas del sector de Los Remolinos, a 3 km de Caleta Tortel, atestiguan la capacidad de retener 93% de su peso en agua, reduciendo los daños por inundaciones, comunes a lo largo del Baker, Pascua y Nef, producto de vaciamientos abruptos de lagos glaciares (Rodríguez & Marvin, 2021). Las turberas de Aysén que atestiguan el mayor almacenamiento de carbono son aquellas cuya turba se forma por restos de ericáceas (*Pernettya mucronata* y *Empetrum rubrum*), con un 55% de carbono en el total de materia orgánica. Este es uno de los sustratos más comunes en turberas cercanas a Tortel (Rodríguez, 2015).

Figura N° 1. Área de estudio: Turberas en Tortel, Región de Aysén, Chile.



Fuente: Elaboración propia, 2022.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Conocer la evolución espacial y el estado actual de las turberas como recurso natural y elemento mitigador de cambio climático en la comuna de Tortel.

2.2 Objetivos Específicos

- (1) Comprender el estado de protección legal de las turberas a nivel nacional e internacional.
- (2) Determinar los factores, económicos, sociales y ambientales que afectan las funciones naturales de las turberas en Tortel.
- (3) Analizar el impacto de la actividad humana en las turberas de Tortel en los últimos diez años.

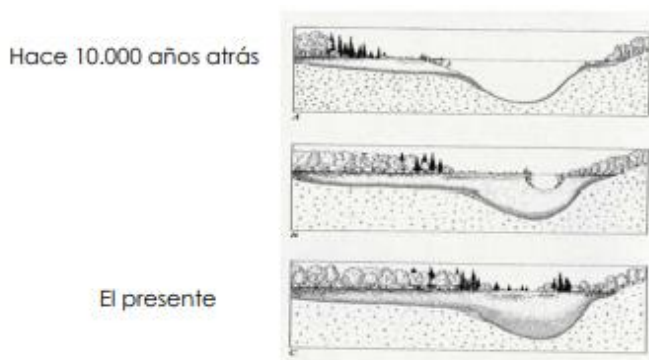
3. MARCO TEÓRICO

3.1 Aspectos generales y específicos de las turberas

Formación del ecosistema turberas: origen natural y antropogénico.

Las turberas tienen su origen en el período post glacial (posterior al retiro de los hielos), de 10.000 a 15.000 años A.P. La génesis tuvo lugar a partir de lagunas poco profundas post glaciales, que paulatinamente se fueron rellendo con sedimentos que no dejan pasar el agua (limo-arcillas) y sobre ellos comenzó el desarrollo del musgo, alcanzando en la actualidad espesores variables que alcanzan hasta varios metros (Díaz, et al., 2005b).

Figura N° 2. Formación y evolución de una turbera



Fuente: Guía para el conocimiento de la flora de turberas y pomponales en la isla grande de Chiloé. (2005).

En Chile el origen de la turbera data desde el Pleistoceno, donde gran parte del territorio de la décima región fue afectado por una intensa actividad glacial (Tapia, 2008). Este tipo de ambientes, con historias glaciales recientes, poseen un gran número de geoformas propicias para el desarrollo de turberas (Blanco & Balze, 2004).

Existen turberas secundarias o pomponales relativamente jóvenes, los cuales presentan una escasa acumulación de turba. Gran parte de estos, fueron originados por quema o tala rasa de los bosques en sitios con drenaje pobre, lo que les concede un origen antropogénico. Frecuentemente, se forman después de la quema de cipresales o alerzales. Luego de la desaparición del bosque, estos sitios anegados son colonizados por el musgo *Sphagnum* debido a su gran capacidad para tolerar condiciones de anegamiento y su presencia retarda considerablemente la recolonización arbórea (Díaz et al., 2005b).

Borrego, et al. (2021) explican que la condición para que una turbera pueda formarse es que haya un equilibrio entre el aporte y el gasto de agua. Inicialmente, en estas zonas encharcadas poco profundas, la luz penetra en el agua permitiendo que se desarrolle vegetación en el fondo (Ver Figuras 3 y 4). La colmatación de la charca va favoreciendo la implantación de una flora más extensa, que realiza una fuerte exportación de nutrientes del agua y fuerte consumo de oxígeno. El medio acuático se va empobreciendo en nutrientes y en oxígeno, por lo que la actividad microbiana se reduce y comienza a producirse una fuerte acumulación de residuos orgánicos que colmatan la charca y crean un enorme cumulo de material orgánico (Ver Figura 5). El conjunto de procesos de descomposición de los restos vegetales se conoce como humificación y lleva a su transformación en turba. Posteriormente, el desarrollo arbóreo aumenta la evapotranspiración y desecado (Ver Figura 6) (Borrego, et al. 2021).

Figura N° 3. Zona poco profunda



Figura N° 4. Luz penetra en el agua

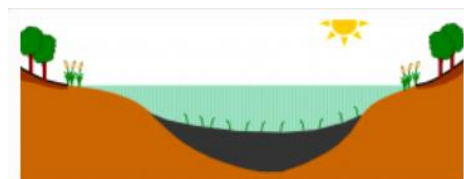


Figura N° 5. Cumulo de materia orgánica

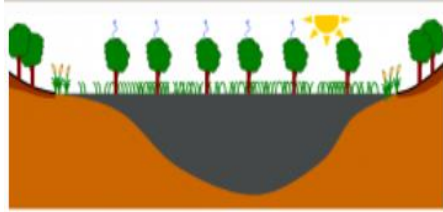
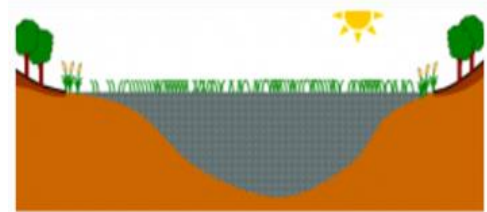


Figura N° 6. Turbera



Fuente: Formación de una turbera. Universidad de Granada/ España. (2021).

El clima y suelo adecuado para la formación de turberas.

La formación de turberas tiene lugar principalmente en latitudes altas, con climas fríos y húmedos, caso de charcas de origen glaciar formadas por la retirada de los hielos. En estas condiciones climáticas, las bajas temperaturas favorecen la ralentización de las reacciones de oxidación de la materia orgánica. Por el contrario, en climas tropicales las turberas son más escasas y su aparición se ve condicionada por la abundancia de precipitaciones que conduzcan a una situación de anegamiento permanente, favoreciéndose también la acumulación de materia orgánica debido a la alta producción (Borrego, et al. 2021).

En Chile, las turberas están en suelos que permanecen anegados durante gran parte del año, según Schlatter & Schlatter (2004), son suelos tipo Ñadi, derivados de cenizas volcánicas sedimentadas sobre arenas y/o gravas en superficies planas del valle central en el sur de Chile. Estos suelos permanecen entre cuatro y ocho meses saturados de agua, generalmente entre mayo y septiembre, por el lento drenaje horizontal y la limitada o nula percolación vertical (por la cementación de arenas y/o gravas). En el suelo se activan procesos de óxido-reducción que le dan características propias, dando origen al conocido fierrillo en la zona de contacto entre la ceniza y la arena o grava que la sustenta y que agudiza la impermeabilidad al agua de estos sustratos (Schlatter & Schlatter, 2004).

Vegetación de las turberas: ejemplos de estudios vegetacionales en Chiloé y Aysén.

Díaz, et al., (2005b) clasifican una gran variedad de vegetación de las turberas en una guía de flora de turberas y pomponales de Chiloé. Según su clasificación existen especies de plantas que viven en turberas: *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid, *Dicranoloma imponens* (Mont.) Ren, *Sphagnum magellanicum* Brid. (pompoñ, ponpon), *Riccardia* sp; Especies de plantas que viven en pomponales: *Gleichenia cryptocarpa* Hook (hierba loza), *Carex microglochin* Wahlenb., *Berberis microphylla* G. Forster (calafate); En turberas y pomponales: *Dicranoloma* sp., *Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin (ciprés de las Guaitecas) y; En los bordes de turberas: *Philesia magellanica* J.F. Gmel. (coicopihue), *Acaena ovalifolia* R. et P. (cadillo) (Díaz, et al., 2005b).

Teneb et al, (2008), realizaron un estudio de observación sobre la flora y vegetación de dos turberas en Aysén y registraron que la especie dominante en ambas turberas es la briofyta *Sphagnum magellanicum* Brid., que proporciona el sustrato para el establecimiento de plantas vasculares en ambas turberas. Entre estas últimas alcanzan alta cobertura las siguientes especies: *Tetroncium magellanicum* Willd., *Gaultheria antártica* Hook.f., *Carex magellanica* Lam. y *Empetrum rubrum* Vahl. ex Willd (Teneb, et al., 2008).

Algunas otras importantes plantas vasculares de las turberas son *Astelia pumila*, *Donatia fascicularis* y *Marsippospermum grandiflorum*. *Astelia Pumila* se puede encontrar en enero, en humedales o turberas, es una hierba perenne, que crece agrupada formando manchones o carpetas sobre los turbales que habita. Se identifica porque posee unas hojas con forma de vaina de color verde brillante, cubiertas de pelos blanquecinos; son coriáceas (duras) de hasta 3 cm de largo. Las flores son pequeñas, blancas y agrupadas de a 2 o 3 individuos por inflorescencia (Instituto Fueguino de Turismo, s.f). La *Donatia* es una planta en cojín adaptada a resistir fuertes vientos y temperaturas extremas de las cimas cordilleranas. Se asocia a las tundras magallánicas o campanas magallánicas (formaciones vegetacionales de plantas pequeñas y de baja estatura). Las

tundras magallánicas abundan en la zona de los Canales de Chile, al sur de las Islas Guaitecas, en donde las precipitaciones anuales superan los 5.000 mm. También es posible hallar esta especie en la Cordillera de la Costa entre Temuco y Chiloé, en las cimas más altas y más lluviosas (Villagrán, 2002). *Marsippospermum grandiflorum* o Junco Magallánico, en Chile crece entre la Región de Aysén y de Magallanes. Habita sectores húmedos, anegados a orillas de lagunas y sectores de mal drenaje, junto a *Gunnera magellanica*, musgos del género *Sphagnum sp.*, y arbustos de *Pernettya sp.*, entre otras especies. Son de alta relevancia ecológica para la nidificación de diversas especies de aves autóctonas que requieren de los humedales para su alimento, refugio y supervivencia (Chilebosque, s.f).

3.2 Turberas como recurso natural y como elemento de mitigación del cambio climático

Turberas ¿Un recurso natural?

Urteaga (1999) cree que tanto en geografía como en economía, un recurso natural se entiende por una determinada propiedad del medio natural que ha sido evaluada. De manera antropocéntrica, los recursos naturales se consideran una función de las capacidades humanas y también implica, una consideración histórica de los recursos. Cada época tiene su propio horizonte de recursos. El hombre no solo crea recursos también los destruye Urteaga (1999), tal como se está destruyendo el ecosistema de turberas en el sur del país.

Díaz et al. (2008), se refieren a las turberas como ecosistemas reconocidos mundialmente por actuar como grandes reservorios de agua dulce, afectando el clima y la hidrología local. Además destacan su rol como sumideros de carbono, hábitat de especies únicas, contribuyendo así a la biodiversidad, y como recurso económico para la sociedad.

Carrere (2021) explica que la turba se puede usar como combustible y, que para ese fin, se extrajo mucho, sobre todo en el norte de Europa. En Chile, la turba está regida bajo el código minero ya que es considerada un fósil, por lo que se puede explotar como un recurso minero. Sin embargo, no se usa como combustible, sino que se tritura y se vende como sustrato para el cultivo de distintas plantas como hongos, champiñones o almácigos. También, el musgo de mejor calidad, que son unas hebras largas de un color rosa pálido, se usa para jardinería de lujo, por ejemplo, para cultivar orquídeas.

La comunidad científica cree importante que las turberas dejen de ser consideradas un recurso minero y hacen un llamado para que sean reconocidas como un ecosistema a proteger. La situación es compleja y es necesario crear un marco regulatorio específico que asegure el uso sostenible de las turberas (BCN, 2017).

Las turberas podrían mitigar o acelerar el cambio climático

El uso incontrolado de los recursos naturales ha provocado una fuerte contaminación atmosférica ya que al hacer uso de estos se liberan grandes cantidades de gases efecto invernadero, tal como lo que sucede con las turberas, que al darle un uso agropecuario y eventualmente destruirlas liberará grandes cantidades de CO₂, el gas responsable de por lo menos 60% del efecto de aumento de la temperatura mundial (Ramsar, 2006). El mundo necesita una adaptación referida a las acciones, medidas o actividades que busquen reducir la vulnerabilidad de sistemas naturales y humanos, moderando los impactos negativos y/o aprovechando los efectos beneficiosos. Además necesita una mitigación que consista en acciones, medidas o actividades que busquen reducir las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero o potenciar los sumideros (MMA, s.f). Las turberas ejercen como sumideros, por lo que si se potencian y protegen con más regulación y legislación, podrían actuar como mitigadoras del cambio climático.

El ecosistema de turbera incide en el balance global de tres tipos de gases con efecto invernadero principalmente, en su estado natural retienen CO₂ y liberan metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). El efecto negativo de las emisiones de CH₄ y N₂O es de menor importancia que el efecto positivo resultante del secuestro de CO₂ (Joosten, 2008). Constituyen grandes reservorios de carbono secuestrado en el pasado, pero en el presente pueden comportarse como fuentes o sumideros, según el uso (Belyea, 2001). El secuestro de carbono es regular y a largo plazo, pero la actividad humana sobre las turberas puede generar emisiones de intensidad ilimitada. La sensibilidad de las turberas a la actividad humana y la facilidad con que la funcionalidad de estos ecosistemas en cuanto a la mitigación del cambio climático se revierte ante un manejo inadecuado y da lugar a una amenaza a la estabilidad climática (Iturraspe, 2010).

En 2019, el IPCC definió que la conservación y restauración de turberas representaba una alternativa de impacto inmediato para mitigar las emisiones de carbono hacia la atmósfera (IPCC, 2019). En la misma línea, desde hace unos años se ha promovido a las turberas como parte de las Soluciones Climáticas Naturales o Soluciones Basadas en la Naturaleza. Estos mecanismos buscan, a través de la conservación, restauración y el manejo adecuado del suelo, incrementar la capacidad de almacenamiento de carbono; así como, la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero en diferentes ecosistemas (bosques, turberas, pastizales) (Griscom et al., 2017). Estas podrían contribuir de manera significativa a la consecución de las metas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero propuestas por Chile en la actualización de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional, facilitando la migración hacia la carbono neutralidad del país para el año 2050 (Hoyos-Santillán et al., 2019).

Lamentablemente existen varios obstáculos que impiden una implementación adecuada de las Soluciones Climáticas Naturales en Chile. En el caso específico de las turberas de la Patagonia, uno de los principales obstáculos es la alta incertidumbre en la estimación del área y contenido de carbono de estos ecosistemas. De la misma manera,

existe una cantidad limitada de información disponible que permita evaluar las tasas de acumulación de turba o las tasas de emisión de carbono en las turberas de la Patagonia. Menor aún es la información existente relacionada al impacto del cambio climático y su interacción con las actividades humanas sobre el balance neto de carbono en las turberas. A pesar de esto, estimaciones preliminares sugieren que las turberas de la Patagonia Chilena podrían secuestrar alrededor de 13 millones de toneladas de carbono entre los años 2020 y 2050. El hecho de que las turberas funcionen como sumideros y no como fuentes emisoras de carbono, garantiza la conservación del importante reservorio de carbono que representan; 4.7 veces superior al de la biomasa aérea de todos los bosques de Chile (Hoyos-Santillán et al., 2019).

Extracción de recursos turba y musgo *Sphagnum* y su poca regulación

La extracción de turba y la cosecha de musgo *Sphagnum* constituyen actividades extractivas cuyo grado de perturbación en el ambiente difieren entre sí. La primera tiene por objetivo extraer la turba, la materia orgánica semi descompuesta que forma los estratos inferiores de las turberas y la segunda tiene como fin cosechar sólo las partes vivas del musgo, que se ubican en los primeros 50 cm de la turbera (Tapia, 2008).

Dado que el recurso turba se considera mineral no metálico en Chile, los estudios para su explotación son dirigidos principalmente por el Servicio Nacional de Geología y Minería, institución que se encarga de recabar información respecto a la localización, propiedades fisicoquímicas, espesores explotables, evaluación preliminar de reservas y modalidades de explotación del recurso turba. Los planes de utilización de la turba surgen como una alternativa propuesta por los organismos del Estado para obtener un valor productivo de suelos poco provechosos desde el punto de vista agrícola ganadero (Valenzuela & Schlatter, 2004).

En promedio se están exportando actualmente 25.000 kilos secos de *Sphagnum* por mes a Japón, EE.UU. y Francia, agregándose últimamente Costa Rica. El ingreso de

este producto en países extranjeros sólo es restringido en lo que respecta a normas comerciales y sanitarias, no existiendo ninguna solicitud que certifique la forma de extracción y el impacto ambiental que esta implique (Valenzuela & Schlatter, 2004).

3.3 Condiciones jurídicas de las turberas

La conservación de las turberas tiene que ser prioridad mundial

En el informe “Examen global de los recursos de los humedales y prioridades de los inventarios de los humedales”, se define a las turberas como un tipo de humedal prioritario y se señala, en particular, que se encuentran amenazadas por el drenaje destinado a generar más tierras para la agricultura y la forestación en Europa, Asia y América del Norte, a pesar de su importancia como sumidero mundial de carbono y como recurso económico (Ramsar, 2006). La conservación de los humedales debe ser abordada en términos de funcionalidad de los ecosistemas, la cual da por resultado un amplio rango de valores incluyendo la recarga y descarga de las aguas subterráneas, interrupción del flujo por inundación, estabilización de sedimentos, calidad del agua, etc. (Bullock & Acreman, 2003).

Desde el punto de vista de la gestión de la conservación y la sustentabilidad, en Chile se está proponiendo identificar los subsidios existentes para promover y redirigir dichas inversiones a actividades que sean sostenibles y que cuenten con involucramiento directo de comunidades locales como las de Chiloé o Aysén. Asimismo, sería deseable explorar y promover la valorización de los servicios ecosistémicos que ofrecen los humedales de turbera, como agua, captura de carbono, turismo, con el fin de avanzar en el diseño de sistemas de pago por estos servicios. Esto abre dos posibilidades de financiamiento, público, proveniente de subsidios para la sustentabilidad y, privado, permitiendo desarrollar algún sistema de pago por servicios ecosistémicos o de promoción de inversiones en protección del capital natural (WCS, 2020).

La jurisdicción respecto al uso de recursos de las turberas difiere en cada país

El informe del IPCC de 1995, indica que estabilizar los niveles de dióxido de carbono, en valores actuales requeriría reducir en un 66-83% las emisiones mundiales de dióxido de carbono (IPCC, 1995). Para reducir esa cantidad de emisiones es imprescindible proteger los bosques y las turberas que actúan como sumideros de carbono en todo el mundo. Enger & Smith (2006) plantean que los métodos para manejar el cambio climático implican el cambio tecnológico unido a la voluntad política y la realidad económica. Así es como cada país tiene sus propias jurisdicciones sobre el uso de los recursos naturales, algunos conscientes del cambio climático y otros guiados solamente por el capital. De esta manera la turba y el musgo *Sphagnum* se volvieron atractivos recursos hortícolas de exportación, utilizados y explotados según las leyes que dicta cada país.

En términos generales para el Reino Unido, se observa un avanzado desarrollo de metodologías asociadas a humedales de turbera, tanto para la medición de gases de efecto invernadero, monitoreo de iniciativas de restauración, identificación y mapeo de servicios ecosistémicos, desarrollo de inventarios de turberas, evaluación de su estado de conservación, generación de créditos carbono y su incorporación a los mercados pertinentes. Algunas de estas metodologías se desarrollan en colaboración con gobiernos, la academia y organizaciones productivas (WCS, 2020).

En Escocia, el Scottish Natural Heritage, la institución estatal encargada de cuidar y mejorar la naturaleza ha desarrollado, en el marco del Plan de cambio climático del gobierno de Escocia un proyecto cuyo único objetivo es la restauración de las turberas degradadas. Establecido en 2012, el proyecto *Peatland Action* ha facilitado que 19.000 hectáreas de humedales de turbera se encuentren en vías de restauración y tiene comprometido alcanzar las 250.000 ha para 2050 (WCS, 2020).

Canadá por su parte tiene los mayores humedales de turbera, las que cubren más de 1.1 millones de km², cerca de 12% de su superficie. Tal como en el caso de Chile,

ellas tienen amenazas por obras civiles, especialmente caminos y proyectos energéticos. Tampoco existe un inventario de gases efecto invernadero de humedales de turberas, puesto que los que existen están asociados a bosques. Los desafíos de Canadá son similares a Chile, pues identifican la necesidad de establecer inventario de los humedales de turbera, de carbono, dinámicas hidrológicas, y procesos vegetaciones entre otros. Para avanzar en esto, Canadá ha establecido alianzas estratégicas con diversos actores relevantes, incluyendo investigadores y pueblos originarios (WCS 2020).

3.4 Percepción Remota Satelital (P.R.S) para el estudio y análisis de las turberas

P.R.S como instrumento de visualización del estado y evolución de las turberas

Treimun (2017), utilizó la percepción remota para espacializar la humedad superficial de las turberas de Chiloé, la cual le permitió llegar a su objetivo y visualizar los distintos estados de conservación en que se encontraban, junto con un monitoreo y fiscalización de actividades legales e ilegales de extracción de la turba. Además, se analizaron las diferentes reflectividades e índices espectrales relevantes en la temática, obteniendo cinco variables explicativas que abarcan más del 47 % de la variación observada. Recomienda que el algoritmo sea complementado con otras variables físicas o índices espectrales, con el fin de aumentar la confianza estadística del modelo generado, incluyendo variables como la temperatura superficial y otros índices vegetacionales, SAVI, EVI, ARVI, entre otros. También se debe enriquecer la variabilidad temporal del modelo, llevando a cabo nuevas campañas de terreno e incluyendo otras estaciones del año en su calibración y ajuste (Treimun, 2017).

Richardson (2011), realizó un catastro de turberas productoras de musgo en la región de Los Lagos, obteniendo datos con clasificación supervisada y no supervisada, a partir de procesamiento de imágenes satelitales, logró encontrar las superficies húmedas de tres provincia Llanquihue, Chiloé y Palena y llegó a la conclusión de que no existen

entidades y autoridades de gobierno que regulen la extracción del musgo de áreas privadas o de tierras fiscales. Autoridades como CONAMA, SERNAGEOMIN, SAG, no han recibido instrucciones en esta materia y no han propuesto ningún plan para proteger las turberas, ni para la extracción de musgo ni de turba. Sin embargo, existe una “Asociación Gremial de Pequeños Agricultores, productores de musgo pompón” de la provincia de Llanquihue. La visita efectuada a las tres provincias en la toma de datos mostró que la extracción de turba no es sustentable debido a la falta de una regulación o manejo. Teniendo presente que la extracción observada solo destruye las turberas y altera la hidrología (Richardson, 2011).

Aportes y deficiencias de la Teledetección para visualizar las turberas

Los Sistema de Información Geográfica y la teledetección no solo manejan una gran cantidad de datos cuantitativos y cualitativos referentes a un lugar, sino que también utilizan técnicas apropiadas y procedimientos que llevan a clasificar y sintetizar información de carácter espacial; asimismo poseen una gran capacidad para el manejo automático de información georreferenciada que permite el uso de técnicas variadas para el análisis, la correlación y la síntesis geográfica (Gudiño, s.f).

De esta forma, es factible utilizar teledetección para el análisis de la evolución de turberas, ya que brinda observaciones a escala regional sobre áreas muy grandes, es rápido, es accesible debido a las imágenes gratuitas disponibles, hay una repetición por lo que se puede analizar en varios periodos de tiempo, proporciona datos cuantificables y no invasivos, y, lo más importante, es que no generan un impacto sobre el medio ambiente local (Baquedano & Brenes, 2012).

Por otro lado, si se trata de un área desconocida por el observador, se necesitará corroborar la información que muestra la imagen y deberá ser calibrada en terreno, debido a que a veces las imágenes pueden ser confusas por la presencia de fenómenos como nubes o sombras. Los grandes volúmenes de datos implican un balance entre la

resolución espacial y la cobertura, es decir, una mayor trayectoria generalmente implica menor detalle espacial (Baquedano & Brenes, 2012).

Domínguez & Vega-Valdés (2015), hacen un análisis espacial de la distribución de las turberas de *Sphagnum* en la región de Magallanes y Antártica Chilena, y se encuentran con una serie de limitantes. En primer lugar, no pudo ser visualizada la superficie total de turberas de Tierra del fuego, debido a la nubosidad y no se contempló en el total general por lo cual se sugiere corroborar en terreno y/o preprocesamiento de imágenes disponibles (sin nubosidad). En segundo lugar, la región no cuenta con una dotación de imágenes satelitales o fotografías aéreas con óptimas características de resolución espacial y espectral, que cubran grandes superficies o la totalidad de la región. Esta realidad no permite un análisis espacial con buena precisión mediante la utilización de técnicas de teledetección (Domínguez & Vega-Valdés, 2015), por lo que si se utilizan estas metodologías, la corroboración en terreno será clave para una correcta entrega de la información.

4. METODOLOGÍA

La investigación tiene como objetivo principal conocer la evolución espacial y el estado actual de las turberas como recurso natural y elemento de mitigador de cambio climático en la comuna de Tortel. Se habla en términos de espacialidad, por lo que para estudiar el espacio escogido se trabajó de manera remota, a través de imágenes satelitales que muestran las transformaciones del paisaje, y también un trabajo en terreno posibilitó la observación de cambios de distribución, influencia y transformación del ser humano en el medio. De manera que, estudiar la interacción humano-naturaleza fue relevante para analizar la evolución del ecosistema de turberas y su situación actual.

Se recurrió a una metodología mixta, integrando métodos tanto cualitativos como cuantitativos. En el ámbito cualitativo, los datos se recopilan a través de búsqueda bibliográfica en base a fuentes de información gubernamental. Se revisaron distintas leyes nacionales e internacionales respecto al régimen jurídico de las turberas, para conocer el estado de protección, las condiciones políticas y económicas que las rigen y las entidades que las controlan. A su vez, se levantaron entrevistas semiestructuradas a los pobladores de Tortel, las cuales permitieron conocer su relación con el medioambiente y observar las dinámicas de los distintos actores que interaccionan con las turberas.

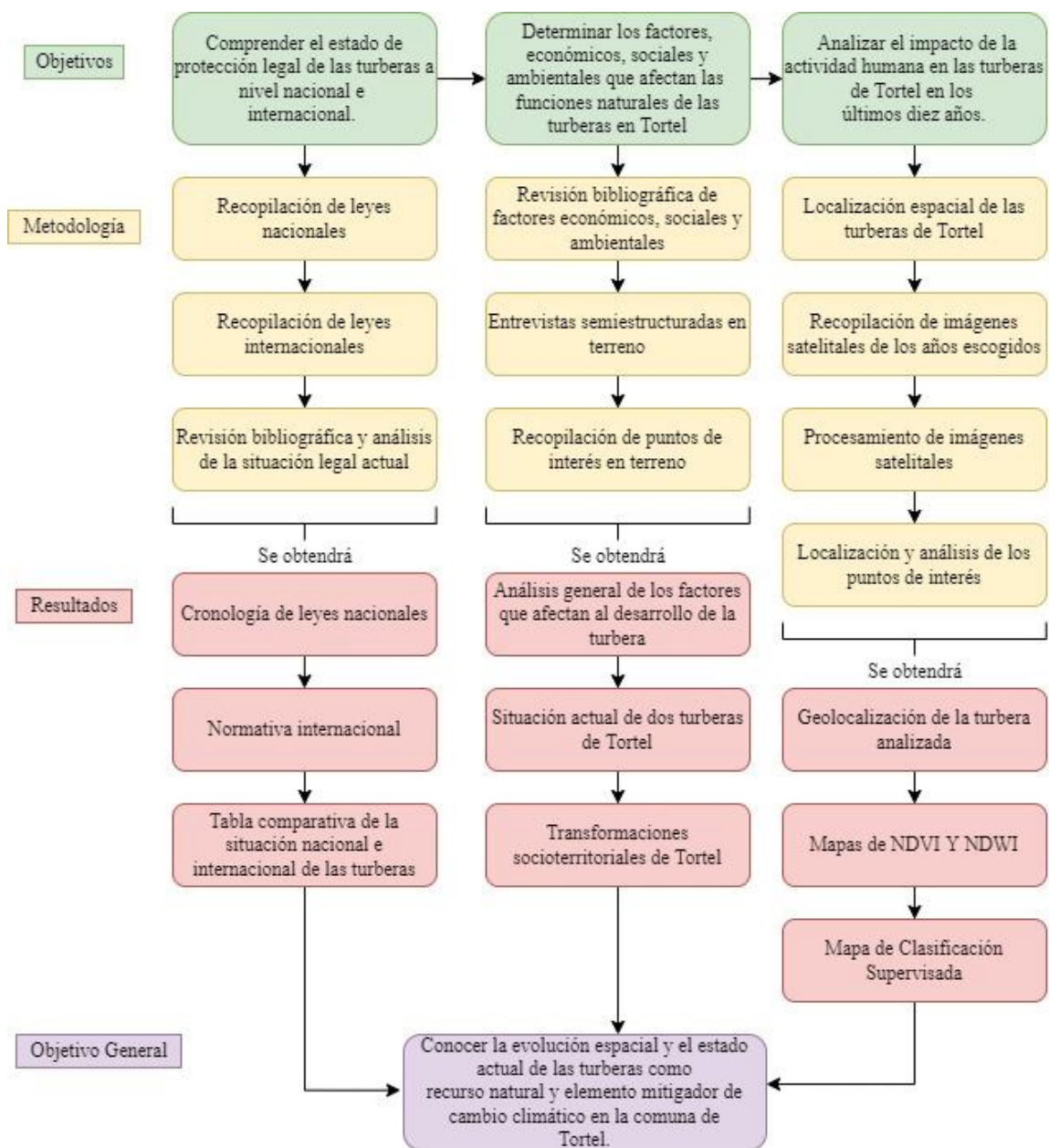
La entrevista semiestructurada pretende mediante la recolección de un conjunto de saberes privados, la construcción del sentido social de la conducta individual y de esta manera, permitir la entrada en un lugar comunicativo de la realidad, donde la palabra es el vector vehiculizante principal de una experiencia personalizada, biográfica e intransferible (Alonso, 1999). El investigador, a través del dialogo, pretende acceder a la perspectiva del sujeto descubriendo sus propias categorías mentales, sentimientos y motivos de accionar (Corbetta, 2003). Permiten un diseño flexible de investigación con el sujeto de protagonista y con énfasis en estudiar los fenómenos sociales en el entorno en el que ocurren, considerando el significado que el actor da a los hechos y a las situaciones (Tonon, s.f).

En el ámbito cuantitativo, se recopiló información de distintos indicadores, a través de datos del INE, para complementar los resultados de las entrevistas y analizar los factores que más influyen en el desarrollo y evolución de las turberas, ya sean económicos, sociales o ambientales.

A su vez, en terreno se recopilaron una serie de puntos de interés cada diez metros, los cuales mostraron distintos estados del musgo y de presencia de agua en el lugar, se registraron algunos comentarios y luego fueron georreferenciados en un mapa para el posterior análisis, a través de índices y clasificación supervisada de las imágenes satelitales.

Por último se aplicó el método de Percepción Remota Satelital, el cual mediante imágenes satelitales obtenidas en la web, se llevó a cabo un preprocesamiento de estas con el programa Qgis. En las últimas décadas, este método ha permitido ampliar considerablemente las aplicaciones de la teledetección espacial. Satélites como Landsat, Seasat, HCMM, SPOT, MOS, ERS, Sentinel, han sido los más destacados. Su operatividad ya ha quedado demostrada en temáticas medioambientales muy variadas, desde los ecosistemas marinos hasta los terrestres, con un especial interés en la prevención y control de desastres naturales como inundaciones, erupciones volcánicas, huracanes, deslizamientos (Chuvieco, s.f).

Figura N° 7. Esquema Metodológico



Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.1 Metodología del objetivo 1: Comprender el estado de protección legal de las turberas a nivel nacional e internacional.

Este objetivo se llevó a cabo mediante la metodología cualitativa, la cual permitió una revisión bibliográfica que determinó los sistemas legales nacionales e internacionales que rigen a las turberas en Chile, en Australia, en Canadá y en Escocia, estos tres últimos, fueron los países con ecosistemas de turberas que se eligieron para usarlos de ejemplo y compararlos con la situación nacional.

Para ello se dividió el objetivo en dos principales tareas. La primera, consistió en la revisión bibliográfica de los sistemas legales nacionales, recurriendo a fuentes de información, tal como la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN) que entrega acceso libre a más de 360.000 normas que integran el ordenamiento jurídico nacional, a texto completo y actualizado, a Tratados Internacionales ratificados por Chile y a información jurídico-legislativa relacionada, con el objeto de contribuir con la certeza jurídica, transparencia y democratización de la información (BCN, s.f) esta plataforma fue muy útil debido a la disponibilidad de información sobre las leyes medioambientales de Chile y sus posteriores modificaciones.

Cuadro N° 1. Método para ordenar las distintas normativas nacionales que han regido a los humedales de turbera

Año	Normativa	Título
		...

Fuente: Basado en Diseño de una hoja de ruta para la conservación y gestión sustentable de turberas en Chile, WGS (2020).

La segunda tarea, fue una revisión bibliográfica de los sistemas legales internacionales de los tres países de referencia. Recurriendo a las leyes con las que cuenta cada país con relación a las turberas. Algunas fuentes de información fueron: Australian Government, North American Wetlands Conservation Council, y las que se encontraron disponibles en la web.

Finalmente, con la información recopilada se hizo una tabla comparativa respecto a la situación nacional e internacional de las turberas para poder analizar el estado de protección en que se encuentran las turberas de Chile, específicamente las turberas de Tortel. Esto con el fin de comparar el estado de protección actual de las turberas del país con la situación internacional.

Cuadro N° 2. Método para comparar la situación nacional e internacional

Turberas	Chile	Tortel	Australia	Canadá	Escocia
Pertenecen al Estado/Privado					
Leyes que las rigen					
Actores					
Estado de protección					

Fuente: Elaboración propia, 2021.

4.2 Metodología del objetivo 2: Determinar los factores económicos, sociales y ambientales que afectan al desarrollo y al rol mitigador del cambio climático de las turberas de Tortel.

Trabajo en gabinete: previo a la salida a terreno, se recopiló información relevante para el análisis de los factores que influyen en el funcionamiento de las turberas. Se obtuvieron, mediante los censos de 1997, 2002 y 2017, datos estadísticos, tales como demográficos, poblacionales, de vivienda y de empleo, con los cuales se

realizaron gráficos comparativos para un posterior análisis. A su vez, se recopilaron imágenes satelitales de la página web, <https://earthexplorer.usgs.gov/>, de los años 2014, 2017, 2021 y se imprimieron para su utilización en terreno. Por último, se recopiló una serie de herramientas necesarias para la salida a terreno y para la ejecución de las entrevistas, entre ellos, block de notas, GPS, lápices de colores, grabadora de voz, regla y las imágenes satelitales impresas, al igual que las entrevistas y los consentimientos informados.

Trabajo en terreno: en Caleta Tortel, se procedió a la realización de las entrevistas previamente agendadas, junto con la ida a las turberas cercanas para la recopilación de puntos de interés. Se llevaron a cabo siete entrevistas en total, a pobladores que trabajaban en, servicios turísticos, almacenes locales, en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y en las mismas turberas sacando musgo *Sphagnum*, con el fin de analizar si su situación económica dependía de la explotación de los recursos de las turberas, y conocer su interacción con el medioambiente. Además, se pudo agendar una entrevista con una de las primeras personas en llegar a Tortel, la cual con sus historias, permitió conocer un poco más la historia del lugar y analizar las transformaciones socio territoriales de la comuna. Por otro lado, se logró hacer contacto con el propietario del terreno de una turbera cerca de caleta Tortel, el que amablemente abrió sus puertas y permitió la entrada al lugar. Ya en este, se procedió a registrar un total de doce puntos de interés, cada diez metros, se anotaron las coordenadas, la altitud y comentarios respecto a lo observado.

4.3 Metodología del objetivo 3: Analizar la evolución espacial del impacto de la actividad humana en las turberas de Tortel en las últimas décadas.

Este objetivo presentó mayor complejidad ya que se utilizó el método de Percepción Remota Satelital, un instrumento que, entre todas sus cualidades, permitió evaluar la evolución de un lugar determinado a través de imágenes satelitales.

La localización de las turberas de la comuna se realizó con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica. En donde, el programa ArcMap 10.5, permitió visualizar el shape del Inventario Nacional de Humedales, proporcionado por el Ministerio del Medioambiente y actualizado al año 2020, el cual contenía polígonos e información respecto a las turberas en Aysén.

Luego, con las imágenes Landsat 8 de los años 2014, 2017 y 2021, recopiladas a través de la plataforma *United Geological Survey* (USGS), se realizaron una serie de procesos en el programa Qgis, para mejorar la resolución de cada una de ellas y hacer el trabajo de índices y clasificación supervisada.

Para una mejor visualización y clasificación de las imágenes, se realizó una corrección atmosférica que permitió eliminar la nubosidad que presentaban dos de las tres imágenes y se apilaron las imágenes para combinar sus bandas y crear un falso color. Luego, se realizó una reproyección para identificar el sistema de coordenadas correcto: WGS 1984 UTM Zona 18S. Con el preprocesamiento listo, se procedió a crear índices de agua y de vegetación, los que consisten en un conjunto de operaciones algebraicas efectuadas sobre los valores numéricos de los píxeles, usando dos o más bandas pertenecientes a la misma escena (CIREN, 2013).

- El Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI) se realizó con la siguiente fórmula:

$$\text{NDWI} = (\text{GREEN} - \text{SWIR}) / (\text{GREEN} + \text{SWIR})$$

$$\text{NDWI (Landsat 8)} = (B3 - B7) / (B3 + B7)$$

El Índice Diferencial de Agua Normalizada permite advertir las potenciales zonas húmedas para desempeñar reclasificaciones y delimitar entornos húmedos. Pero no sólo las evidentes masas de agua. Zonas húmedas como turberas o ecosistemas acuáticos difíciles de ser percibidos por fotointerpretación habitual serán visualizados de manera rápida. Para poder identificar estas potenciales zonas húmedas se debe contar

con las pertinentes bandas multiespectrales y tener constancia de las bandas a utilizar en cada análisis (Roberto, 2016).

- El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) se realizó con la siguiente fórmula:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$$

$$\text{NDVI (Landsat 8)} = (\text{B5} - \text{B4}) / (\text{B5} + \text{B4})$$

Un Índice de Vegetación, puede ser definido como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y que es particularmente sensible a la cubierta vegetal (Gilabert et al, 1997). También, corresponde a un número generado por alguna combinación de bandas espectrales y que puede tener alguna relación con la cantidad de la vegetación presente en un píxel dado. Estos índices, son utilizados para mejorar la discriminación entre el suelo y la vegetación, reduciendo el efecto del relieve en la caracterización espectral de las diferentes cubiertas. Los valores bajos indican vegetación poco vigorosa, mientras que los valores altos, indican vegetación muy vigorosa (CIREN, 2013).

Como último paso, se tuvo que recurrir a una clasificación supervisada, la que permite clasificar un ráster por medio del valor del píxel de cada celda, debido a la poca información entregada por los índices de agua y vegetación. Para ello es necesario tener un conocimiento previo de la cobertura del suelo del área de estudio, se supervisan puntos de cada clase y se asigna un valor numérico, esto mediante las herramientas *Create Features* y *Maximum Likelihood Classification* de *ArcToolbox*. De esta manera, se pueden distinguir claramente las áreas húmedas donde se localizan las turberas. Ya realizados, el preprocesamiento, los índices y la clasificación supervisada, se procedió a la comparación y análisis de cada una de las imágenes, esperando encontrar algún cambio en las turberas escogidas.

4.4 Imágenes satelitales

Las imágenes seleccionadas fueron del mes de diciembre de los años 2014, 2017 y 2021.

Figura N° 8. Imagen satelital de turbera cerca a caleta Tortel del año 2014



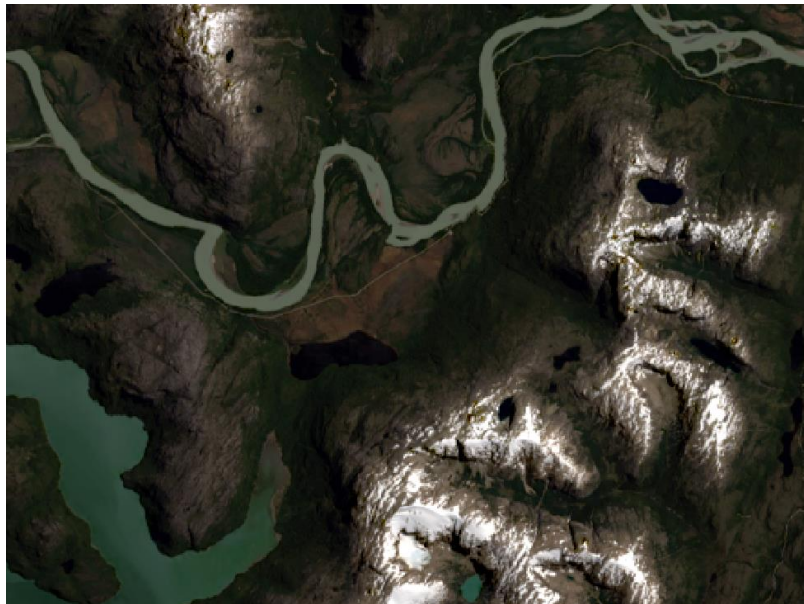
Fuente: Obtenida de USGS, EarthExplorer, 2021.

Figura N° 9. Imagen satelital de turbera cercana a caleta Tortel del año 2017



Fuente: Obtenida de USGS, EarthExplorer, 2021.

Figura N° 10. Imagen satelital de turbera cercana a caleta Tortel del año 2021



Fuente: Obtenida de USGS, EarthExplorer, 2021.

5. RESULTADOS

5.1 Cronología de las distintas leyes y normativas nacionales relacionadas a las turberas

A continuación se presenta un listado de las distintas normativas que han tenido relación con las turberas desde el año 1981 hasta la actualidad. Las cuales muestran como las turberas empiezan siendo un mineral explotable y terminan siendo importantes, entrando en normas para su protección. Primeramente las turberas se introducen en leyes relacionadas a la minera debido a que la turba es concebida como un mineral no metálico, puede ser explotado a partir de las concesiones mineras. Y por otra parte, leyes de protección ambiental se publican a partir de 1994 agrupando una serie de leyes y decretos que buscan proteger el medioambiente. Sin embargo, no existen leyes de protección directa a las turberas, lo más cercano es el Decreto 25 que dispone medidas para la protección del musgo *Sphagnum Magellanicum*. Por otro lado, el presente año la cámara de diputados aprobó una ley de protección de turberas, la cual llega al senado para su final y completa resolución.

1981: Decreto 771. Convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas.

Se promulga la convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas, suscrito en Irán el 2 de febrero de 1971. Mejor conocida como Convención RAMSAR, en Chile se promulga para el 4 de septiembre de 1981. Cada Parte Contratante designará zonas húmedas apropiadas dentro de su territorio para ser incluidas en una lista de zonas Húmedas de Importancia Internacional, de ahora en adelante denominada "La Lista". La inclusión de una zona húmeda en la Lista no perjudica los derechos soberanos exclusivos de la Parte Contratante en cuyo territorio se sitúe la zona húmeda. Cada Parte Contratante deberá considerar sus responsabilidades en el plano internacional para la conservación, administración y explotación racional de la población migratoria de aves acuáticas, ya

sea al designar la zona húmeda de su territorio a inscribir en la Lista, como también al ejercer su derecho a modificar sus inscripciones; deberán elaborar y poner en ejecución planes de su conveniencia a objeto de favorecer la conservación de las zonas húmedas y, hasta donde sea posible, la utilización racional de las zonas húmedas de su territorio; estimular la investigación y el intercambio de datos y publicaciones con respecto a las zonas húmedas y su flora y fauna entre otros (BCN, 1981).

1982: Ley Orgánica Constitucional sobre concesiones mineras.

Artículo 3°. - Las facultades conferidas por las concesiones mineras se ejercen sobre el objeto constituido por las sustancias minerales concesibles que existen en la extensión territorial que determine el Código de Minería, la cual consiste en un sólido cuya profundidad es indefinida dentro de los planos verticales que la limitan. Cualquier interesado podrá constituir concesión minera, todas las sustancias minerales metálicas y no metálicas y, en general, toda sustancia fósil, en cualquier forma en que naturalmente se presenten, incluyéndose las existentes en el subsuelo de las aguas marítimas sometidas a la jurisdicción nacional que tengan acceso por túneles desde tierra. Las sustancias minerales concesibles contenidas en desmontes, escorias o relaves, abandonadas por su dueño, son susceptibles de concesión minera junto con las demás sustancias minerales concesibles que pudieren existir en la extensión territorial respectiva (BCN, 1982).

1983: Ley 18.248. Código de minería.

Artículo 17.- Para ejecutar labores mineras, se necesitará el permiso o permisos escritos de las autoridades que respectivamente se indican, otorgados en la forma que en cada caso se dispone:

- Del gobernador respectivo, para ejecutar labores mineras dentro de una ciudad, a menor distancia de cincuenta metros de edificios, caminos públicos, ferrocarriles,

líneas eléctricas de alta tensión, andariveles, conductos, defensas fluviales, cursos de agua y lagos de uso público, y a menor distancia de doscientos metros de obras de embalse, estaciones de radiocomunicaciones, antenas e instalaciones de telecomunicaciones.

- Del intendente respectivo, para ejecutar labores mineras en lugares declarados parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales;
- De la Dirección de Fronteras y Límites, para ejecutar labores mineras en zonas declaradas fronterizas para efectos mineros;
- Del Ministerio de Defensa Nacional, para ejecutar labores mineras a menos de quinientos metros de lugares destinados a depósitos de materiales explosivos o inflamables;
- Del presidente de la República, para ejecutar labores mineras en covaderas o en lugares que hayan sido declarados de interés histórico o científico.

1994: Ley 19. 300. Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Artículo 10.- Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental, son los siguientes:

a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas;

b) Líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje y sus subestaciones;

c) Centrales generadoras de energía mayores a 3 MW;

...

g) Proyectos de desarrollo urbano o turístico;

h) Proyectos industriales o inmobiliarios que se ejecuten en zonas declaradas latentes o saturadas;

i) Proyectos de desarrollo minero, incluidos los de carbón, petróleo y gas comprendiendo las prospecciones, explotaciones, plantas procesadoras y disposición de residuos y estériles, así como la extracción industrial de áridos, turba o greda;

...

m) Proyectos de desarrollo o explotación forestal en suelos frágiles, en terrenos cubiertos de bosque nativo, industrias de celulosa, pasta de papel y papel, plantas astilladoras, elaboradoras de madera y aserraderos, todos de dimensiones industriales;

n) Proyectos de explotación intensiva, cultivo, y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos;

...

s) Ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie (BCN, 1994).

1998: Ley 19.561. Ley sobre Fomento Forestal (Modifica Decreto Supremo 701)

Se incentiva la forestación de pequeños propietarios y de suelos frágiles y degradados y las prácticas de recuperación de suelos. Esta modificación legal incorpora dos tipos de incentivos:

Bonificación a pequeños propietarios para realizar actividades de forestación y manejo de bosques plantados en suelos de aptitud preferentemente forestal.

Bonificación para realizar actividades de forestación, recuperación de suelos y/o estabilización de dunas en suelos frágiles, ñadis o en proceso de desertificación, en suelos degradados, o en suelos degradados con pendientes superiores al 100% (CONAF, s.f).

Introdúcense las siguientes modificaciones en el artículo 12:

A) Reemplázanse los incisos primero y segundo por los siguientes:

"Artículo 12.- El Estado, en el período de 15 años, contado desde el 1º de enero de 1996, bonificará, por una sola vez por cada superficie, un porcentaje de los costos netos de las actividades que se señalan a continuación, de acuerdo con las especificaciones que se indiquen en la tabla de costos a que se refiere el artículo 15 y siempre que ellas se ejecuten con posterioridad a la aprobación de la calificación de terrenos a que se refiere el artículo 4º, cuando corresponda. Dichas actividades son:

- a) La forestación en suelos frágiles, en ñadis o en áreas en proceso de desertificación;
- b) La forestación en suelos degradados y las actividades de recuperación de dichos suelos o de estabilización de dunas;
- c) El establecimiento de cortinas cortavientos, en suelos de cualquier clase, que se encuentren degradados o con serio peligro de erosión por efecto de la acción eólica; entre otros (BCN, 1998).

2010: Ley 20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. (Modifica ley 19.300).

Evaluación Ambiental Estratégica: el procedimiento realizado por el Ministerio sectorial respectivo, para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter

normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales.

Modificación: Localización en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas, sitios prioritarios para la conservación, humedales protegidos y glaciares, susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar. (BCN, 2021).

2011: Decreto 82. Aprueba reglamento de suelos, aguas y humedales.

Artículo 10. En los humedales declarados sitios Prioritarios de Conservación, por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, o sitios Ramsar, prohíbese la corta, destrucción, eliminación o menoscabo de su vegetación hidrófila nativa.

Artículo 12. La corta de bosques nativos aledaños a humedales declarados sitios Ramsar, deberá dejar una faja de 10 metros de ancho, medidos en proyección horizontal a partir de los límites establecidos por la citada Comisión, en la cual se podrá intervenir dejando una cobertura arbórea de a lo menos un 50%.

Artículo 13. En humedales, manantiales y cauces naturales de agua, prohíbese su utilización como vía de tránsito de maquinarias y equipos que comprende a trineos, catangos y similares.

Artículo 14. En cuerpos de agua, humedales, manantiales y cauces naturales de agua, prohíbese el depósito de desechos de explotación.

La construcción de caminos no debe obstruir el libre escurrimiento de los cauces naturales de aguas y manantiales. Tratándose de humedales, no debe obstruir además el libre escurrimiento del agua subsuperficial (BCN, 2011).

2013: Decreto 40 Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.

Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas:

a.2. Drenaje o desecación de:

a.2.1 Vegas y bofedales ubicados en las Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, cualquiera sea su superficie de terreno a recuperar y/o afectar.

a.2.2 Suelos "ñadis", cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a doscientas hectáreas (200 ha).

a.2.3 Turberas.

a.2.4 Cuerpos naturales de aguas superficiales tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, vegas, albuferas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en los literales anteriores, cuya superficie de terreno a recuperar y/o afectar sea igual o superior a diez hectáreas (10 ha), tratándose de las Regiones de Arica y Parinacota a la Región de Coquimbo; o a veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones de Valparaíso a la Región del Maule, incluida la Región Metropolitana de Santiago; o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones del Bío Bío a la Región de Magallanes y Antártica Chilena.

Artículo 6.- Efecto adverso significativo sobre recursos naturales renovables.

El titular deberá presentar un Estudio de Impacto Ambiental si su proyecto o actividad genera o presenta efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

La evaluación de dicho impacto deberá considerar siempre la magnitud de la alteración en:

- Cuerpos de aguas subterráneas que contienen aguas fósiles
- Cuerpos o cursos de aguas en que se generen fluctuaciones de niveles.

- Vegas y/o bofedales que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas.
- Áreas o zonas de humedales, estuarios y turberas que pudieren ser afectadas por el ascenso o descenso de los niveles de aguas subterráneas o superficiales.
- La superficie o volumen de un glaciar susceptible de modificarse (BCN, 2020).

2018: Decreto 25 Dispone medidas para la protección del musgo Sphagnum Magellanicum.

Que el Musgo Sphagnum magellanicum es una planta hidrófila que pertenece a la división botánica de las Briófitas, del género Sphagnum, que se encuentra vinculado a la presencia de agua en los ecosistemas de turberas.

Que es un recurso natural renovable de uso productivo en el ámbito silvoagropecuario, el cual una vez extraído, es deshidratado y utilizado como sustrato natural para la germinación de semillas, trasplantes, injertos, almácigos y enmienda de suelos, caracterizándose por su gran capacidad de retención de agua, mantención de la humedad e inhibición del crecimiento de bacterias y hongos, utilizándose, además, como material de embalaje, transporte de bulbos y flores, así como para el establecimiento de frutales menores y especies forestales, con el objeto de hacer más eficiente el riego, entre muchos otros usos productivos.

Que existen estudios tanto del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) como académicos, que señalan que la regeneración del recurso hasta alcanzar una altura de 20 cm. es lenta; y sus causas asociadas a un factor de latitud, que se manifiesta en bajas temperaturas, precipitaciones sólidas en invierno y un contraste marcado en el fotoperíodo entre invierno y verano, lo que hace que las condiciones de intensas lluvias y altas temperaturas en otoño e invierno resulten ser más óptimas para su crecimiento y/o regeneración en Chiloé (aproximadamente 12 años), que en Magallanes (aproximadamente 85 años).

Que a la fecha, según información de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), la exportación de musgo *Sphagnum magellanicum* ha tenido un crecimiento continuo y sostenido, con una expansión de la actividad tanto en volumen como en valor de exportación, aumentando su extracción, razones que hacen necesaria la dictación de una normativa que propenda hacia su protección, asegurando el uso sustentable del recurso.

Que la potestad atribuida al Ministerio de Agricultura de proteger los recursos naturales del ámbito silvoagropecuario implica disponer y desarrollar acciones necesarias para resguardar y amparar el musgo *Sphagnum magellanicum*, así como su recuperación en áreas de cosecha.

Que el Ministerio de Agricultura ha dispuesto con anterioridad medidas en resguardo de determinados recursos naturales renovables de importancia silvoagropecuaria, con el objetivo de asegurar la extracción sustentable, como el caso del copihue o *Lapageria rosea*, cuyo corte, transporte y comercialización de sus plantas y flores, se encuentra regulado por el DS N° 129, de 1971, modificado por el DS N° 121, de 1984, de este Ministerio.

Que el objeto del Servicio Agrícola y Ganadero, conforme al artículo 2° de la ley N° 18.755, es contribuir al desarrollo agropecuario del país, mediante la protección, mantención e incremento de la salud animal y sanidad vegetal; la protección y conservación de los recursos naturales renovables que inciden en el ámbito de la producción agropecuaria del país y el control de insumos y productos agropecuarios sujetos a regulación en normas legales y reglamentarias.

Que en el país se dispone de estudios e investigación científica respecto del musgo *Sphagnum*, publicada en diferentes medios, entre los que destaca la guía de terreno Manejo y recolección sustentable de musgo pompón (*Sphagnum magellanicum*) en turberas de la Región de Los Lagos; un Manual de Buenas Prácticas para el uso sostenido del musgo *Sphagnum magellanicum* en Magallanes; un Manual de Evaluación

de Turberas de Sphagnum y Funciones y Servicios Ecosistémicos de las Turberas en Magallanes.

Sin embargo, siguen faltando estudios en zonas más aisladas como es el caso de la región de Aysén.

Que el musgo Sphagnum magellanicum se distribuye en nuestro país desde la Región de la Araucanía a la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, por lo que el Ministerio de Agricultura ha resuelto, en ejercicio de las atribuciones que la ley le otorga, disponer acciones de resguardo para su protección, amparado en estudios, y particularmente, frente a la solicitud planteada por autoridades y habitantes de estas regiones del país.

Que la actividad productiva que dice relación con la extracción del musgo Sphagnum no ha sido establecida en la enumeración del artículo 10° de la ley N° 19.300, como una de las actividades susceptibles de causar impacto ambiental, por lo que atendidas las facultades que el artículo 1° del DFL N° 294, de 1960, del Ministerio de Hacienda, entrega al Ministerio de Agricultura, corresponde a este disponer la protección del Sphagnum, en tanto recurso natural renovable de uso productivo del ámbito silvoagropecuario.

Que a su turno, y reafirmando lo anterior, el numeral i.6 del artículo 3° del decreto N° 40, del 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, al señalar que la extracción de turba corresponde a una actividad susceptible de causar impacto ambiental y definir la turba, diferencia expresamente a esta última de los vegetales que se encuentran en su superficie, dentro de los cuales se incluye, entre otros, al musgo Sphagnum (BCN, 2019).

2020: Ley 21.202. Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos.

Tiene por objeto proteger los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente, de oficio o a petición del municipio respectivo, entendiendo por tales todas aquellas extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina, cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros y que se encuentren total o parcialmente dentro del límite urbano.

Ejecución de obras o actividades que puedan significar una alteración física o química a los componentes bióticos, a sus interacciones o a los flujos ecosistémicos de humedales que se encuentran total o parcialmente dentro del límite urbano, y que impliquen su relleno, drenaje, secado, extracción de caudales o de áridos, la alteración de la barra terminal, de la vegetación azonal hídrica y ripariana, la extracción de la cubierta vegetal de turberas o el deterioro, menoscabo, transformación o invasión de la flora y la fauna contenida dentro del humedal, indistintamente de su superficie (BCN, 2020).

En tramitación: Proyecto de ley boletín N° 12.017-12 proyecto de ley sobre protección ambiental de turberas.

La Comisión de Medio Ambiente aprobó por unanimidad la idea de legislar del proyecto sobre protección ambiental de las turberas (boletín 12.017). El texto, originado en una moción de senadoras y senadores, tiene como objetivo la protección de las turberas a fin de preservarlas y conservarlas como reservas estratégicas para la regulación de la química atmosférica y de la hidrología, para la protección de la biodiversidad y para el turismo sustentable. En específico, el texto modifica el Código de Minería para incluir a estos humedales en las excepciones de concesión minera. Asimismo, introduce nuevas exigencias en la ley de Bases Generales del Medio

Ambiente respecto de la autorización de proyectos que puedan provocarles daño (Terram, 2021).

El día jueves 9 de septiembre estuvo en tabla en un texto que busca la protección ambiental de las turberas (boletín 12.017). Contempla informe de la Comisión de Medioambiente que rendirá el diputado Gabriel Ascencio (DC) (Cámara de Diputadas y Diputados, 2021).

El día 11 de enero de 2022, la Cámara de Diputados aprobó el proyecto de ley que protege a las turberas, con 132 votos a favor y una abstención. De esta manera, el proyecto volverá a la Comisión de Medio Ambiente del Senado para ser objeto de nuevas indicaciones, lo que implicaría la prohibición total de extracción de las turberas, aunque se abren a la posibilidad de permitir explotaciones acotadas a comunidades que desarrollan economía de subsistencia en estos humedales (González, 2022).

Cuadro N° 3. Normativa nacional que ha regido a los humedales de turbera

Año	Normativa	Título
1981	Decreto 711	Convención sobre zonas húmedas de importancia internacional especialmente como hábitat de las aves acuáticas.
1982	Ley 18.097	Ley orgánica Constitucional sobre concesiones mineras.
1983	Ley 18.248	Código de minería
1994	Ley 19.300	Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
1998	Ley 19.561	Ley sobre Fomento Forestal
2010	Ley 20.417	Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. (Modifica ley 19.300).
2011	Decreto 82	Aprueba reglamento de suelos, aguas y

		humedales.
2013	Decreto 40	Aprueba reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.
2018	Decreto 25	Dispone medidas para la protección del musgo <i>Sphagnum Magellanicum</i> .
2020	Ley 21.202	Modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos.
Aprobado por cámara de diputados. Espera en el senado.	Proyecto de ley boletín N° 12.017 -12	Proyecto de ley sobre protección ambiental de turberas

Fuente: Basado en Diseño de una hoja de ruta para la conservación y gestión sustentable de turberas en Chile, WGS (2020).

5.1.2 Legislación nacional del ecosistema de turberas: una mala legislación.

En abril de 2020, Chile actualizó sus compromisos ante el Acuerdo de París y por primera vez se incluyó a las turberas en la Contribución Nacional Determinada, la cual busca transitar hacia un desarrollo inclusivo y sostenible, intentando detener los efectos del cambio climático. Respecto a las turberas se espera que al 2025, se hayan identificado las áreas de turberas, así como otros tipos de humedales, a través de un inventario nacional y al 2030, se habrán desarrollado métricas estandarizadas para la evaluación de la capacidad de adaptación o mitigación al cambio climático de humedales, especialmente turberas, implementando acciones para potenciar estos co-beneficios, en cinco sitios pilotos en áreas protegidas públicas o privadas del país (Gobierno de Chile, 2020).

Respecto a la situación legal de las turberas en Chile, la situación está mal legislada. El recurso turba, es concebido por el legislador como una sustancia fósil

debido a que se encuentran semicarbonizadas y en estado de saturación de agua lo que implica que se somete al régimen mineral pasando a ser dominio exclusivo del Estado, esto ha provocado que el Estado otorgue concesiones de derechos de explotación a particulares. Por otro lado, la explotación del musgo *Sphagnum* es regulado por el Decreto 25 del Ministerio de Agricultura el cual dispone medidas de protección del musgo, sin embargo esto no se está cumpliendo y por el contrario de lo solicitado por las organizaciones de la sociedad civil, contempla normas que fomentan su extracción y aprovechamiento (Cámara de Diputados y Diputadas, 2021).

La jurisdicción sobre las turberas en Chile se encuentra dividida, pues tanto su gestión como la regulación de las actividades que hacen uso de estos ecosistemas, se encuentran distribuidas entre el Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Minería. Existen veinte cuerpos legales con algún grado de impacto sobre la gestión o conservación de las turberas, de éstos, ocho instrumentos son tratados o convenciones internacionales que han sido ratificados por nuestro país y el resto son leyes constitucionales o decretos sectoriales. Entre los cuerpos legales restantes, existe superposición de tareas o anomalías regulatorias, lo que genera por una parte que el Estado, a través del Ministerio de Medio Ambiente, promueva instrumentos de protección de las turberas y por otra parte financie incentivos opuestos a dichos instrumentos, los que son canalizados a través de otras carteras, incentivos al drenaje o extracción de musgo *Sphagnum magellanicum*, por ejemplo. (Wildlife Conservation Society, 2020).

Protección nacional de las turberas: Una débil cobertura de conservación.

En cuanto a su protección, las turberas se encuentran dentro de la Convención Ramsar de 1971 el cual impone la obligación a los Estados a realizar un uso racional de los humedales, además de favorecer su conservación y la de las aves acuáticas que habitan en ellos, mediante la creación de verdaderas reservas naturales (Diario constitucional, 2021). Sin embargo, Chile solo cuenta con algunos humedales declarados

como sitios Ramsar, el salar de Surire, el salar de Taram, el humedal El Yalí, el humedal del río Limarí, entre otros, por lo que no todos los humedales se encuentran protegidos por este convenio. (Berrios & Jirón, 2018).

A su vez, la normativa de ley 21.202 protege los humedales urbanos declarados por el Ministerio del Medio Ambiente, de manera que las turberas al ubicarse en zonas mayoritariamente rurales, no se encuentran bajo protegidas por esta ley.

¿Qué medidas se están tomando al respecto?

Actualmente se está discutiendo un proyecto de “Ley sobre protección ambiental de las turberas”, la cual busca prohibir la explotación de las turberas y pomponales de nuestro país, con el fin de conservar sus funciones ecosistémicas, entre ellas el almacenamiento de CO₂ y de agua dulce, la amortiguación del cambio climático y la preservación de la biodiversidad (GREENPEACE, 2021). También se propone modificar la Ley N° 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y su Reglamento para establecer que todo proyecto que contemple la extracción de turba o de plantas hidrófilas que forman parte de las turberas, necesariamente deberá ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través de un Estudio y no de una mera Declaración de Impacto Ambiental, como ocurre a la fecha dependiendo de la magnitud de la intervención. A su vez la iniciativa busca modificar el Código de Minería en el sentido de establecer el carácter no concesible de la explotación de la turba, al considerarse que no es un combustible fósil, sino un recurso natural lentamente renovable. El proyecto se encuentra actualmente en la Comisión de Medio Ambiente del senado (González, 2022).

Por otro lado, el Boletín N°11672-12, de los Diputados Gabriel Ascencio, Alejandro Bernal, Daniel Núñez y Víctor Torres, establece para la provincia de Chiloé, la prohibición de extracción de materiales o productos desde las turberas, y sanciona su infracción. Sin embargo, está restringida solamente a la provincia de Chiloé. (Cámara de Diputados y Diputadas, 2021).

Y por último, la Cámara de Diputadas y Diputados mandaron a la Comisión del Medio Ambiente y Recursos Naturales un proyecto de ley que declara de interés nacional el musgo Sphagnum, prohíbe su extracción, explotación y comercialización y establece sanciones a su contravención en razón de su importancia ecosistémica y cualquier contravención a lo establecido en esta ley será considerado como daño ambiental en virtud de lo establecido en el Título III de la Ley N°19.300 (Cámara de Diputados y Diputadas, 2021).

Las turberas de Tortel no cuentan con protección Ramsar ni con la ley 21.202.

En Tortel, según la última actualización del Inventario de Humedales en Chile proporcionado por el Ministerio del Medioambiente, al año 2020 existen 473 turberas en la comuna y al no estar asociadas a límite urbano, la ley 21.202 no las protege, ni tampoco están catalogadas como sitios Ramsar en Chile, por lo que tampoco entran en esta protección. Los únicos humedales tipo turbera asociados a límite urbano son 5 turberas en Punta Arenas, Magallanes y 1 turbera en Quellón, Los Lagos (MMA, 2020).

5.1.3 Legislación internacional de ecosistema de turberas

Legislación australiana: turba como mineral explotable y una parcial protección.

En Australia, la ley de protección al medio ambiente comenzó a regir al año 2000 con los objetivos de proporcionar protección al medio ambiente; Fomentar el desarrollo ecológicamente sustentable a través de la conservación y uso ecológicamente sustentable de los recursos naturales; Fomentar la conservación de la biodiversidad; Proporcionar protección y la conservación del patrimonio; Fomentar un enfoque colaborativo de la protección y cuidado del medio ambiente, involucrando a los gobiernos, la comunidad, terratenientes y comunidades indígenas; Reconocer el aporte de los pueblos indígenas en la conservación y el uso ecológicamente sustentable de la biodiversidad australiana y por último; Promover la utilización del conocimiento indígena sobre biodiversidad, en colaboración con las comunidades.” (Australian Government, 2020). Esta ley cuenta con

una lista de especies amenazadas en la que se encuentran actualmente formaciones Sphagnosas (o con formaciones predominantes de Sphagnum), se trata de la comunidad ecológica protegida “Humedales Alpinos de Sphagnum y Turberas Asociadas” (Berrios & Jirón, 2018) los encargados de enlistar las especies amenazadas son un Comité Científico el cual recomienda la inclusión de hábitats críticos donde hay un beneficio claro para la conservación y hay suficiente información disponible para describir ubicación y extensión con precisión (Australian Government, 2020).

La turba en Australia a su vez es considerada como un mineral explotable (Tasmania Government, s.f) por lo que el estado otorga estos derechos mineros, al igual que en Chile. El dominio de los minerales pertenece siempre a la Corona, en la práctica, a los Gobiernos Estatales de cada territorio, y se distingue entre el derecho de propiedad sobre los minerales y el derecho de propiedad que pueda existir sobre el terreno superficial (Berrios & Jirón, 2018) Por lo que las turberas son reconocidas como “comunidad ecológica amenazada” y se encuentran parcialmente protegidas.

Reino Unido y su interés por proteger el ecosistema de turbera: una protección de carácter privado.

Los países del Reino Unido se rigen por sus propias normativas, así como también existen planes o estrategias para la protección de turberas a nivel local, lo que se traduce en una dispersión de regulaciones sobre esta materia. Adicionalmente, existen varias categorías de protección para las turberas y/o pomponales (Berrios & Jirón, 2018).

El Sphagnum está considerado en las siguientes listas o leyes dentro del Reino Unido:

- (i) En la “Lista de Especies y Hábitats Prioritarios”, que se creó en el contexto del Plan de Biodiversidad de Reino Unido, y que se actualiza cada dos años;
- (ii) La Directiva de Hábitats, contiene las especies animales y vegetales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas

especiales de conservación e incluye al *sphagnum pylaisii* Brid, en la categoría de plantas inferiores;

- (iii) La Ley de Vida Silvestre y Campo, en su Anexo 8 de plantas protegidas incluye al *sphagnum balticum*. De acuerdo con esta ley, constituye un delito la corta, tala, poda, venta intencional de las especies de la lista;
- (iv) La ley de Medio Ambiente Natural y Comunidades Rurales 2006, establece una lista con especies de importancia para Inglaterra y Gales.
- (v) La lista de Biodiversidad Escocesa es una lista que contiene animales, plantas y hábitats considerados de especial importancia para conservar la biodiversidad de este país. Esta lista contiene al *sphagnum balticum*, *sphagnum majus*, *sphagnum riparium* y al *sphagnum skyense* (Berrios & Jirón, 2018).

Reino Unido además, crea el Programa de turberas, que busca promover la restauración de las turberas a través de alianzas, estudios científicos, políticas y prácticas efectivas. Y por otro lado se crea el Código de turberas que puede ser definido como un reglamento que contiene estándares para los proyectos que desean participar voluntariamente en el mercado de carbono mediante la restauración de turberas. Las turberas pueden estar protegidas por la Convención de Ramsar, como sitio Natura y formar parte de la red “Natura 2000” europea o como Sitio de Interés Científico Especial y estar sujeto a las normas locales. (Berrios & Jirón, 2018).

Turberas en Canadá: una legislación que depende de las políticas federales, provinciales y territoriales.

Actualmente, Canadá cuenta con 37 sitios Ramsar con una superficie total de 13.086.767 hectáreas. La conservación de humedales en Canadá es una responsabilidad compartida a nivel federal, provincial y territorial, esto significa que no se cuenta con una política nacional. Sin embargo, existe una Política Federal de Conservación de Humedales (1991) la cual promueve la conservación a través de decisiones federales y

responsabilidades compartidas entre las provincias. Otras políticas federales que soportan la conservación de humedales son, la Política Federal de Agua, Política Federal sobre el Uso de la Tierra, Política de Pesca y Océanos de Canadá para el Manejo del Hábitat de los Peces, el Marco de Políticas de Calidad Ambiental Federal y la Estrategia de Conservación Marina del Ártico (BCN, 2018).

Ley sobre la conservación de los humedales y masas de agua de Quebec (2017) tiene un enfoque en la protección de humedales y sistemas acuáticos de la Provincia de Quebec, busca modernizar medidas que garanticen su conservación. La Ley reconoce en su objetivo y un enfoque basado en la protección de humedales y recuperación de humedales y masas de agua (BCN, 2018).

Según Ramsar (2018):

La Estrategia de Conservación de Humedales de Ontario (2017) presenta un plan de 15 años (2017-2030) para mejorar la conservación de los humedales, proporcionando un marco conceptual para la conservación de los humedales de Ontario, en orden de lograr el 2030 una ganancia neta en el área de humedales, donde la pérdida de humedales ha sido la mayor en el provincia.

Entre septiembre de 2014 y marzo de 2016, múltiples colaboradores invirtieron más de \$ 41 millones en más de 130 Proyectos del Fondo Nacional para la Conservación de los Humedales.

En asociación con las provincias y territorios, y en consulta con los Pueblos Indígenas, se lanzó el 2016 el Pan-Canadian Marco de crecimiento limpio y cambio climático, para combatir el cambio climático y reducir las emisiones de GEI con enfoque en cumplir los objetivos de emisiones y hacer crecer la economía, y a su vez, se forma la Mesa redonda de humedales canadienses, asociación nacional de múltiples partes interesadas, establecida el 2014 para influir en las políticas y comunicar los valores de los humedales. Desde esa fecha se celebró tres talleres nacionales en 2016 y 2017 para

diálogo anticipado sobre inventario de humedales, política de humedales y bienes y servicios ecológicos (Ramsar, 2018).

Los gobiernos provinciales son responsables de la gestión en la extracción de turba para las diferentes regulaciones de cada provincia. En Quebec y Nouveau Brunswick, la extracción de turba está considerada como recurso minero y requiere de la autorización del Ministerio de Recursos Naturales o del Ministerio de Medio Ambiente. En Nouveau Brunswick, el 85% de las turberas explotadas están en terrenos públicos, mientras que en Quebec, alrededor del 50% son propiedad privada. Actualmente se están aplicando nuevas regulaciones en Nouveau Brunswick, siendo los productores de turba responsables de la mitigación de daños en la zona de explotación, según los criterios precisados (Université Laval, 2019).

Cuadro N° 4. Tabla comparativa de situación nacional e internacional de las turberas

Turberas	Chile	Tortel	Australia	Canadá	Reino Unido
Reguladas por: Estado/Privados/ Federaciones y provincias	Estado	Estado	Estado	Federaciones, provincias	Privados
Leyes que las rigen	Ley 18.248, Ley 19.300, Ley 21.202	Ley 19.300, Decreto 25	Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act.	Ley sobre la conservación de los humedales y masas de agua de Québec Y Políticas federales	La Ley de Vida Silvestre y Campo, La ley de Medio Ambiente Natural y Comunidades Rurales, y otras leyes que dependen de cada

					país, la ley “Nature Conservation (Scotland) Act 2004, en Escocia.
Actores	Concesiones mineras Privados, Agricultores	Concesiones mineras, Privados, agricultores	Estado, Corona inglesa, Minería	Minería, Privados, agricultores	Privados, Código de turberas.
Estado de protección	Poca protección	Poca protección	Parcialmente protegidas por la ley	Muy poca protección	Poca protección pero en curso

Fuente: Elaboración propia, 2021.

5.1.4 Comparación de la situación chilena respecto a la legislación y protección de los humedales tipo turbera en otros países

Las turberas de Australia son consideradas como mineral explotable, por lo que se encuentran bajo concesiones mineras al igual que en Chile. De igual manera, son reguladas por el Estado y se encuentran parcialmente protegidas, con una situación un poco mejor que es Chile, debido a la ley de protección al medio ambiente que cuenta con sitios prioritarios de conservación como lo es el musgo *Sphagnum*, los humedales alpinos de *Sphagnum* y las turberas asociadas. En Chile, no existe ninguna ley que proteja directamente a las turberas solo el Decreto 25 el cual dispone medidas para la protección del musgo *Sphagnum Magellanicum* que crece en las turberas, pero no prohíbe su extracción ni comercialización.

En Canadá, las turberas son reguladas por el Estado al igual que en Chile sin embargo, en Canadá la acción sobre estas depende de las políticas federales, provinciales y territoriales, no existe una normativa nacional al respecto, en cambio, si se implementara una política sobre las turberas de manera directa en Chile, estas serían a nivel nacional. Existen en Canadá muy pocas leyes de conservación y protección y/o solamente se encuentran limitadas a cada provincia, como la de Quebec por ejemplo,

visualizando un estado de protección muy bajo y preocupante. Por último, en Canadá se incluyen los pueblos originarios para tomar medidas de protección y ocupar su conocimiento, cosa que en Chile no se realiza debido a la poca relevancia que se les da a los pueblos originarios y la poca participación de estos en la política. Aunque ahora con la nueva constitución se está intentando incluir de a poco a los pueblos originarios en la política chilena.

En Reino Unido, en comparación, existe una gran cantidad de leyes que norman a las turberas en cada país, y dentro de estos también se encuentran leyes como la de Escocia “Nature Conservation (Scotland) Act” que intentan proteger y recuperar las turberas degradadas. Sin embargo, esto se hace a través de privados, que invierten para su recuperación volviéndose dueños del ecosistema de turberas. En Chile, existen dueños propietarios de terrenos en que crecen las turberas, sin embargo no con el mismo fin de conservar sino que de explotar. Los privados no están interesados en la protección, ya que el Estado y los ministerios son los encargados del tema. El estado de protección aun es bajo pero se están implementando medidas para resolverlo.

5.2. Factores económicos, sociales y ambientales que afectan al desarrollo y al rol mitigador del cambio climático de las turberas de Tortel.

5.2.1 Factores económicos

Datos de los censos de 1992, 2002 y 2017

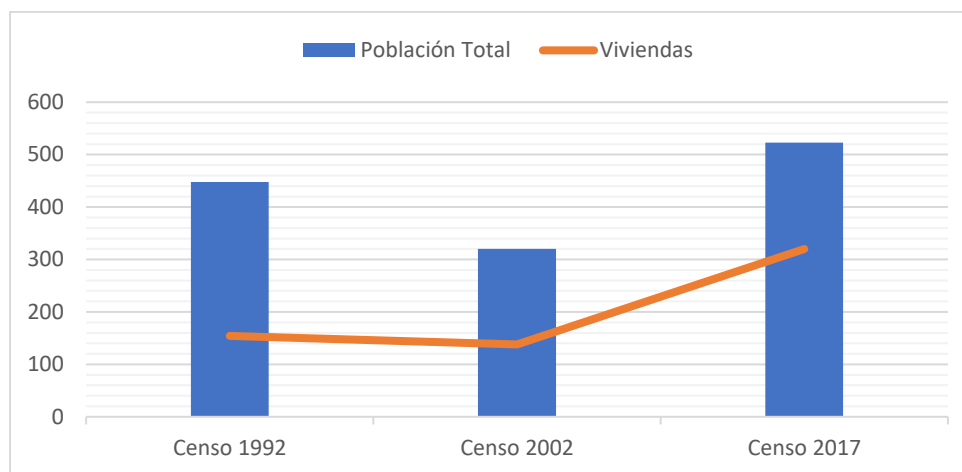
A continuación se presentan algunos datos del censo recopilados del Instituto Nacional de Estadística los cuales permiten analizar la comuna de Tortel en un periodo de veinticinco años. Sin embargo la comuna de Tortel, al ser una de las áreas de difícil acceso, no cuenta con suficiente información estadística, obstaculizando el análisis de la investigación.

Cuadro N° 5. Datos poblacionales y de vivienda según censos de 1992, 2002 y 2017

<i>Tortel</i>	<i>Población Total</i>	<i>Población Hombres</i>	<i>Población Mujeres</i>	<i>Viviendas</i>	<i>Población rural</i>
<i>Censo 1992</i>	448	294	154	154	448
<i>Censo 2002</i>	320	148	172	138	320
<i>Censo 2017</i>	523	285	238	320	523

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos del Censo 1992, 2002 y 2017.

Cuadro N° 6. Gráfico de datos poblacionales y de vivienda según los censos



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos del Censo 1992, 2002 y 2017.

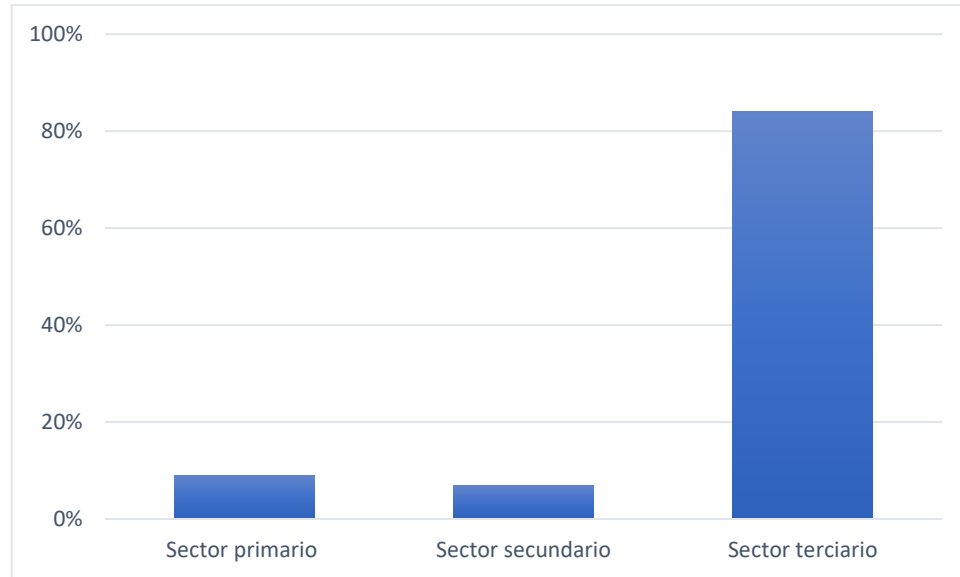
Se recopilieron datos disponibles de empleo y principales sectores económicos, de los cuales, solo se disponían datos del censo de 1992 y 2017. Los cuales permitieron una comparación de la situación económica de la comuna y fueron representados en los gráficos n°2 y n°3 que se muestran a continuación.

Cuadro N° 7. Comparación de los sectores productivos de Tortel según censo de 1992



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE (1992).

Cuadro N° 8. Comparación de los sectores productivos de Tortel según censo del 2017



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INE (2017).

Al año 1992 existía un gran número de trabajadores en el sector terciario de servicios. Un 46% de la población de la comuna trabaja en el sector terciario mientras que un 26% trabaja en el sector secundario y el otro 26% en el sector primario.

Por otro lado, al año 2017 la población trabajadora del sector terciario sigue incrementando por sobre el sector primario y secundario. Un 84% de la población trabaja en el sector terciario, un 9% en el primario y solo un 7% en el sector secundario.

En veinticinco años, se puede visualizar que el sector terciario predomina, esto quiere decir que el doble de personas prefiere trabajar en el sector de servicios y muy poca sigue dedicándose al trabajo de campo, a la ganadería, madera o artesanías, por ejemplo. De esto se puede inferir que cada vez hay menos interacción del hombre con la naturaleza y por preferencia trabajan en otros trabajos menos duros (físicamente) y más estables, lo que evidencia un mayor desapego con los ecosistemas que los rodea y nutre, no tan solo de manera económica sino que también espiritualmente.

Actual actividad económica de Tortel

Para aclarar esto es preciso separar en la comuna en dos sectores, alrededores de Tortel (Ver Figura 8) y la caleta Tortel (Ver Figura 9), debido a la amplia diversidad costera, islas, fiordos, valles fluviales, ríos y glaciares rodean el vasto territorio de la comuna, y a la acumulación de personas que se asientan en la caleta principalmente.

Figura N° 11. Tortel y sus alrededores



Figura N° 12. Caleta Tortel



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Caleta Tortel es el mayor asentamiento de la comuna, dispone de servicios como agua potable, electricidad, escuelas, jardines infantiles, municipalidad, bomberos, una posta de salud, embarcadero, entre otros. Las pasarelas que rodean el lugar se vuelven el principal atractivo para los turistas que llegan en la temporada de verano, por lo que el turismo toma lugar en la economía del pueblo, los tortelinos ofrecen hospedaje en sus

casas que convierten en hostales, platos con sabores locales en sus restaurantes, y también con sus barcos brindan tours hacia la isla de los muertos y alrededores.

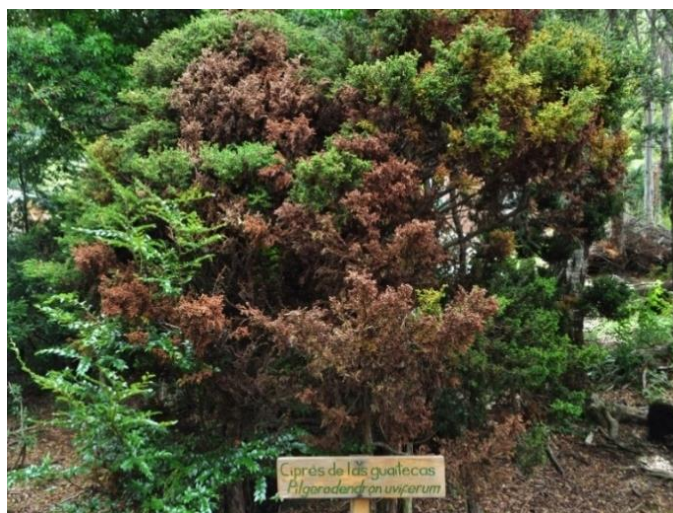
Por otro lado, en los alrededores de Tortel, todavía hay personas trabajando en el campo, en donde tienen sus animales, huertos y trabajan la madera que queda. De este modo, algunos dueños de fundo continúan trabajando en el sector primario, extrayendo recursos naturales en las extensas hectáreas de bosque nativo y matorrales del lugar (Ver Anexo 1), eso explica el 9% de empleo del sector primario en el Cuadro 7. Sin embargo, ya no se les permite cortar “madera verde” como le llaman a la madera del ciprés por ejemplo, debido a su considerable disminución por la fuerte tala de Ciprés de las Guaitecas.

El trabajo en la madera ha disminuido considerablemente en la comuna, pero la llegada del turismo les ha traído estabilidad económica. Se podría inferir que Tortel al ser una zona apartada, el aislamiento actúa como un factor de pobreza, empero con las entrevistas realizadas se visualizó una realidad muy distinta. A pesar de que no los tortelinos no cuentan con acceso a servicios como hospital o supermercado, tienen constante ayuda del gobierno, el cual les brinda auxilio periódicamente, ya sea con alimento, ropa o cualquier otra necesidad.

Entrevistado(a) N°1 opina:

Acá la ciudad económicamente está bien, acá no hay una persona indigente, porque todos tienen campo o cosas que llevan haciendo ellos mismos durante muchos años, acá no hay gente que necesite. La mayoría de los pobladores tienen autos, camioneta, no hay gente que necesite ayuda del gobierno, ya que la ayuda se las ha dado durante muchos años. Hay una asistente social que siempre ha estado ayudando al pueblo, envían ropa y así (Entrevistado(a) N°1, comunicación personal, 14 de enero, 2022).

Figura N° 13. Ciprés de las Guaitecas



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 14. Restos de ciprés talado encima de una turbera



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 15. Ciprés de las Guaitecas quemado



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

La economía de Tortel y las turberas

Respecto a las turberas, la economía de la comuna no se basa en la extracción de sus recursos, pero sí la economía de los dueños de fundos de los alrededores de Tortel que poseen una propiedad privada en la cual crece turba y musgo *Sphagnum*.

Llegando a Tortel se distinguen dos sectores en donde se están extrayendo los recursos de las turberas. En el sector “X”, casi entrando a Tortel, se visualizó una fuerte explotación, se advirtieron varios hombres cargando pesados sacos, de musgo y turba, al hombro, posicionándolos en la orilla del camino (Ver Figura 13 y 14). Se pudo ver en la imagen un sitio bastante seco, sin árboles y muy poca agua, logrando visualizar la turba por encima, la cual está siendo extraída, junto al musgo, de manera desmedida.

Por otro lado, el sector “Y” más cercano a caleta Tortel (Ver Figura 15), presentó un trabajo menos frecuente y más parcelado, distinguiendo a su vez, una turbera en estado de regeneración (Ver Figura 17) debido quizás a una mayor presencia de agua en ese lugar (Ver Figura 15). Este sitio actualmente cuenta con un plan de

manejo, el cual consiste en asegurar que en cada área a intervenir con presencia de musgo *Sphagnum magellanicum*, permanezca al menos con un 30% de cobertura del musgo sin cosechar, porcentaje que deberá ser distribuido en la totalidad del área a intervenir y el 70% del área a intervenir, se deberá trabajar de tal manera que permita que el musgo recupere su crecimiento y sea posible nuevamente su cosecha (BCN, 2019). Una cinta blanca demarcaba el sitio cosechado (Ver Figura 16), dentro del cual no podían volver a cosechar sino que esperaban su regeneración, la cual demora unos diez años, según lo que comentó el dueño. Alrededor de esta cinta sobresalían zonas intactas ya que se visualizaba una densidad mayor del musgo respecto a las demás.

El musgo *Sphagnum* y la turba son dispuestos en sacos los cuales venden a empresas privadas externas que posteriormente secan el producto y lo destinan a la venta internacional, el precio que pagan las empresas por cada saco suele variar entre 1.000 a 5.000 pesos. Es considerable la diferencia del pago, por un lado es muy bajo y por otro es muy alto, en el terreno “Y” es baja la paga por cada saco, siendo que después las empresas lo exportan al extranjero y obtienen el mayor beneficio. Y en el sitio “X” pagan bien ya que se puede ver que tienen buenas camionetas y extraen sin control alguno.

Figura N° 16. Sitio X



Fuente: Archivo personal de la autora, 2022.

Figura N° 17. Trabajadores cargando sacos de musgo y turba en el Sitio X



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 18. Sitio Y



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 19. Cinta blanca que utilizaban para marcar donde se había cosechado



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 20. Musgo en estado de regeneración



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Al comparar estos dos sitios de extracción se puede visualizar un veto económico muy grande para los propietarios de estos terrenos, independiente el precio

que les paguen por saco, es dinero. Por lo que la turba y el musgo Sphagnum se vuelven recursos naturales importantes para la estabilidad económica de estas personas.

Un poblador cree necesario terminar con la explotación ya que no trae un beneficio económico para todas las personas, sino que solo para algunas.

Entrevistado N°2 opina:

Lo lamentable es que cuando pasan están cosas, las comunidades no se enteran y de alguna forma se vulnera el derecho de la comunidad, si llegaran las empresas y se unieran con el pueblo ahí ya sería diferente pero, llegan callaitos y hacen cosas que a simple vista no son buenas (Entrevistado N°2, comunicación personal, 27 de octubre, 2021).

La anunciada protección por parte del gobierno ha provocado una sobreexplotación de los recursos para aprovechar y poder vender antes de que se las quiten. Hay que tomar en cuenta esta situación a la hora de proteger este ecosistema, ya que la protección conlleva consecuencias negativas para algunos tal como afirmó el INIA en la siguiente respuesta:

Investigadora del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Entrevistado(a) N°7 cree que:

Debería haber una etapa de transición, porque en el senado se están dialogando leyes para que no se exploten más las turberas pero también hay un problema socio-ecológico con la sociedad que está viviendo actualmente en las turberas, algunos campesinos, pequeños agricultores, hay que darles alternativas para dejar de cosechar (Entrevistado(a) N°7, comunicación personal, 18 de enero, 2022).

A su vez, el decreto 25 no se está cumpliendo de manera adecuada, el sitio “Y” está respetando el plan de manejo del musgo Sphagnum, pero el sitio “X” no. Siguen explotando sin control alguno, siendo que el SAG debería periódicamente fiscalizar estos lugares y no se está haciendo tampoco, tal como pudo comentar el INIA en su entrevista.

Entrevistado(a) N°7 comenta que:

El decreto 25 necesita urgente modificaciones porque no está cumpliendo los objetivos de protección, porque no tiene herramientas el SAG, las alturas de corte de lo que están pidiendo, no hay siquiera una georreferenciación de la superficie, entonces muchas veces sacan musgo de otras partes y lo blanquean por ahí (Ver Figura 21). Hay una serie de fallas que hay en el decreto que hay que mejorar (Entrevistado(a) N°7, comunicación personal, 18 de enero, 2022).

Figura N° 21. Saco de musgo roto cerca de la carretera



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

5.2.2 Factores sociales

Poco involucramiento de la sociedad con la naturaleza.

Según las entrevistas realizadas se observó que la mayoría de los pobladores de Tortel no están involucrados en proteger la naturaleza ya que solo la ven como un recurso económico. No existe conciencia respecto a proteger o cuidar un ecosistema, sin embargo con la llegada del turismo han podido cambiar esta perspectiva, aumentando su preocupación, conciencia y valoración por la naturaleza que los rodea.

Por otro lado, hay personas que siguen trabajando en la extracción de recursos naturales que sí valoran y se preocupan porque interaccionan constantemente con ella.

Entrevistado N°5

Yo me crie acá entonces necesito proteger los recursos que yo tengo, tanto lo que es maderero, recursos forestales y no forestales, todo lo que es nativo. Mi relación es de protección, por eso cuando trabajo los recursos que tengo lo hago con plan de manejo. Hay personas que no se preocupan de proteger los recursos de uno mismo. Claro que me preocupa la naturaleza, y la conservación ojalá al máximo para que de repente algún día las personas que vienen detrás de uno lleguen a ver esto tan bonito que tenemos (Entrevistado N°5, comunicación personal, 16 de enero, 2022).

Entrevistado(a) N°1 por su parte también dice:

Me encanta salir, me encanta el bosque, todo lo que es área verde, ese es mi mundo porque encuentro tan hermoso todo. Yo incentivaba a los niños de la escuela para mantener la limpieza del lugar, algunas personas no entienden, creen que tienen derecho a ensuciar, yo salía todos los domingos a limpiar el entorno con los niños. Las personas seguían botando basura porque sabían que íbamos a limpiar, pero ese no es el fin (Entrevistado(a) N°1, comunicación personal, 14 de enero, 2022).

Entrevistado N°2 dice:

Yo siempre he sido un protector de la naturaleza, porque he vivido palma a palma con la naturaleza y eso le enseña a uno a apreciarla más, ver como crece y también he tratado de aprender los beneficios que entrega cada tipo de flora que uno tiene cercano a uno y tratar de hacer durar esto para las otras generaciones para que tengan la oportunidad de tener este tipo de naturaleza que hay mucha gente que aún desconoce. Esta naturaleza lo resguarda a uno. Uno aprende a cuidarla más. Yo la cuido simplemente porque es parte del día a día de cada uno (Entrevistado N°2, comunicación personal, 27 de octubre, 2021).

Se pudo ver que los habitantes de Caleta Tortel no interaccionan tanto con la naturaleza como lo hacen los tortelinos que viven a los alrededores y que trabajan directamente en ella. Siendo que en Caleta Tortel se encuentran asentados la mayor parte de los habitantes de Tortel, es preocupante la situación. Sin embargo, la municipalidad de Tortel no se preocupa de esto, ya que no existen programas de participación o involucramiento de la comunidad en estos temas ya que no estuvieron dispuestos a hablar sobre proteger el ecosistema de turberas.

Poca información respecto a los importantes ecosistemas del lugar

Lamentablemente en Tortel la información disponible es muy poca y la que existe no es difundida a toda la comunidad. Gran parte de los habitantes de Tortel conoce o ha oído hablar del ecosistema de turberas ya que solían ir a cortar Ciprés de las Guaitecas que crecía en estas mismas, pero no conocen su importancia ni tampoco para que se emplean sus recursos. La poca información provoca un mayor desinterés y despreocupación por las turberas y su importante rol como elemento mitigador del cambio climático.

A continuación se presentan algunos testimonios sobre el conocimiento de las turberas de algunos pobladores:

Entrevistado N°5:

Mientras estudié no tuve ninguna orientación de eso más que nada, pero después a medida que trabajaba aprendí en terreno con ingenieros forestales, con otros funcionarios que venían. Siempre me gusta preguntar así que ahí fui aprendiendo un poco más (Entrevistado N°5, comunicación personal, 16 de enero, 2022).

Entrevistado(a) N°1:

¿Para que llevarán todo eso? (Entrevistado(a) N°1, comunicación personal, 14 de enero, 2022).

Entrevistado N°2:

Lo lamentable es que cuando pasan están cosas, las comunidades no se enteran y de alguna forma se vulnera el derecho de la comunidad, si llegaran las empresas y se unieran con el pueblo ahí ya sería diferente pero, llegan calladitos y hacen cosas que a simple vista no son buenas (Entrevistado N°2, comunicación personal, 27 de octubre, 2021)

Entrevistado N°5:

Acá hay gente que dice pucha tremenda cantidad de turberas, de pomponales pero uno no tiene a veces la educación como para poder conservar eso o trabajarlo más legalmente (Entrevistado N°5, comunicación personal, 16 de enero, 2022).

Transformaciones socio-territoriales de Tortel

Tortel es una comuna muy rica en diversidad, como se comentó anteriormente, cuenta con fiordos, islas, valles, ríos, bosques y glaciares que no solo hermosean el paisaje sino que también ayudan a mantener los ciclos naturales del planeta y a mitigar el actual cambio climático. Al lugar se puede acceder mediante ferry o por tierra desde Coyhaique en buses que demoran horas hacia Tortel, teniendo que parar obligatoriamente en Cochrane, Puerto Tranquilo o algún pueblo cercano a descansar. El acceso a Tortel por tierra es reciente, la construcción de la carretera austral logró unir a estas comunas, ya que antiguamente solo se llegaba en ferry. La colonización de Tortel es medianamente tardía, aunque existieron exploraciones en el lugar desde el siglo XVIII, se reconoce a Caleta Tortel como asentamiento permanente recién en el año 1955, antes era sólo una localidad vinculada históricamente a la Sociedad Exploradora del Baker. En 1980 fue fundada la Ilustre Municipalidad de Tortel, quedando instituida definitivamente la comuna de Tortel en 1987 (Tavra, 1991).

Expediciones británicas y chilenas llegaron al lugar en los años 1826 y 1871 respectivamente, nombraron al río Baker en homenaje al Almirante Sir Thomas Baker, jefe de la Escuadra Británica del Pacífico Sur. Así también, el pueblo se empieza a conocer con el nombre de Tortel, existiendo dos versiones conocidas del origen del nombre: Una de ellas lo atribuye al marino español al servicio de la Armada de Chile, Juan José Tortel Maschet, quien habría reconocido dicha zona por los años 1820 a 1825, aproximadamente. La otra versión señala que Tortel significa "aguas profundas", hay que recordar que toda la zona estaba poblada por alacalufes (o kawaskars), quienes ocupaban la zona desde la península de Taitao casi hasta el estrecho de Magallanes (Tavra, 1991). No obstante, cuando se comienzan a asentar en el lugar de forma permanente a mediados de siglo XX, la comuna era conocida como Bajo Pisagua, esto se constató con una entrevista a una de las primeras personas en asentarse en el lugar. Entrevistado(a) N°3 dice que llegó a los diez años, junto con su padre y sus hermanos desde Caleta Yungay, ella relataba que tuvieron que empezar a abrir camino para construir, cortar árboles para construir su casa y algún bote para movilizarse. De ahí

comenzaron a trabajar en la madera del Ciprés de Las Guaitecas y se quedaron en el lugar de forma permanente (Entrevistado(a) N°3, comunicación personal, 17 de enero, 2022). Así es como la mayoría de las familias, que llegaban desde Puerto Montt o Chiloé, se las han tenido que ingeniar para tener un hogar. En la comuna actualmente, la mayoría de las casas son de madera, creadas por sus mismos dueños, al igual que las pasarelas que unen el pueblo por toda la costanera sin embargo, no existen alternativas para gente incapacitada para subir y bajar escalones, por lo que falta mayor preocupación por las personas mayores o con discapacidad física y movilidad reducida. Se necesita una mejor planificación territorial.

Figura N° 22. Vista de las primeras pasarelas de caleta Tortel



Fuente: Tavra, 1991. Revista Marina.

A continuación se presentan algunas opiniones respecto a los cambios que han percibido los pobladores de la comuna respecto a las transformaciones socio-territoriales en Tortel.

Entrevistado N°2:

Aquí en Tortel, no hay agricultura porque es un pueblo que está montado sobre roca y no hay suelo hay solamente musgo o arcilla, no se puede sembrar por la geografía. Aquí se están enfocando más en el

turismo porque son lugares netamente turísticos ya que son pocos productivos en cuanto a ganadería u otro tipo de actividad. Son ecosistemas que no están hechos para ser explotados (Entrevistado N°2, comunicación personal, 27 de octubre, 2021).

Entrevistado(a) N°1:

Ahora empezó a llegar el turismo acá algo bueno para el pueblo. Antes de eso, vendían animales, trabajan la madera, etc. Toda la gente se ayudaba y yo intenté siempre ayudar lo que más podía (Entrevistado(a) N°1, comunicación personal, 14 de enero, 2022).

Entrevistado N°5:

Sí, he notado un cambio bastante grande dentro de la comuna, dentro del pueblo de Tortel, sobre todo en el turismo, ahora las personas trabajan más en turismo y sus ingresos han mejorado gracias a eso. Nosotros acá en el fundo estamos trabajando todo el año completo (Entrevistado N°5, comunicación personal, 16 de enero, 2022).

Opiniones divididas sobre proteger las turberas.

Se agendó una entrevista con el alcalde de Tortel, pese a que se intentó en más de una ocasión, no fue posible concretar la entrevista, por lo que no se puede saber de una fuente directa la postura del municipio. Algunos reparos recibidos de otras personas entrevistadas indican que estarían en contra de regular o proteger las turberas:

Entrevistado(a) N°1:

Yo creo que sí, si el Estado se hace cargo yo pienso que le alcanzaría para todos, en caso de que necesiten una ayuda, el estado debería hacerse cargo. Sin embargo si se lo lleva un particular pueden hacer daño (Entrevistado(a) N°1, comunicación personal, 14 de enero, 2022).

Entrevistado N°5:

Sí me gustaría que fuese protegido pero hay que pensar igual que muchas veces hay pobladores que tienen terrenos, que tienen turbera y no tienen otra fuente de vida como para que les digan no usted no puede sacar pompón o turba porque está protegido entonces esas personas lo que hacen es vender, la forma de proteger una turbera a mi manera de pensar debería esa persona recibir una bonificación del gobierno para que pueda cuidar su turbera. Preferiría una protección más estatal, pero que vaya de la mano con lo privado ya que si yo tengo mi terreno privado y si tengo que lucrar dentro de lo que es turbera, yo lo voy a hacer porque son terrenos que se puede renovar. Si usted trabaja con un

plan de manejo, lógico la turbera se puede regenerar (Entrevistado N°5, comunicación personal, 16 de enero, 2022).

Entrevistado N°4:

que saquen todas las turba nomás, que ganen su dinero (Entrevistado N°4, comunicación personal, 16 de enero, 2022).

Entrevistado(a) N°7:

Yo creo que siempre la protección si no va acompañada con un incentivo para proteger, porque tienen también esta veta que pagan muy bien, si tú ves, hay camionetas nuevas le pagan mucho por eso. X está explotando, él y vende 5000 el saco, pero hay otros que arriendan y no pagan nada, hay de todo tipo de cosas, es una cosa compartida. Nosotros como país tenemos un compromiso de la carbono neutralidad. Si dejáramos de explotar las turberas y pagáramos por preservar, saldría hartos más barato después que, reparar todo ese daño que se ha hecho. Y mitigar, porque en el fondo no estamos en el balance que tiene el país, no se están considerando las turberas, hay un tema contradictorio porque estamos por un lado protegiendo, intentando cumplir con las metas pero, por otro lado estamos liberando CO2 fuertemente a la atmósfera (Entrevistado(a) N°7, comunicación personal, 18 de enero, 2022).

Entrevistado N°6:

Son puros terrenos privados pero debería ser protegido por el estado y de la mano de los privados (Entrevistado N°6, comunicación personal, 17 de enero, 2022).

Entrevistado N°2 cree que:

La explotación de las turberas yo lo encuentro muy dañino, y se dice que se está haciendo un plan de manejo pero con el hecho de intervenir estos humedales, ya a mi modo de ver no es algo bueno, es algo que se interviene la naturaleza y siempre que se interviene es algo que no se debiera hacer, a mi modo de ser. A simple vista a mí no me gusta eso. A la gente común y corriente como uno, no le encaja de que empresas estén haciendo eso, son cosas que hay que cuidarlas y que es algo que para el futuro les va a servir a las generaciones que vienen para que tengan vida, para que tengan agua y para todas esas cosas que son importantes. La explotación de recursos debe ser de la mano de las localidades en conjunto, tomando acuerdos viendo los pro y los contra. Yo creo que el desarrollo o lo que venga a las localidades que sea sustentable, que las comunidades sepan cómo se va a trabajar si va a ser perjudicial o no (Entrevistado N°2, comunicación personal, 27 de octubre, 2021).

Respecto a las medidas que deberían tomar las autoridades para proteger las turberas opinaron lo siguiente:

Entrevistado(a) N°7:

Que se mejore primero el decreto, incluso que pudiera entrar en una declaración de impacto ambiental, pensando en conservarlas y que no se exploten. Nosotros como país tenemos un compromiso de la carbono neutralidad. Si dejáramos de explotar las turberas y pagáramos por preservar, saldría hartó más barato después que, reparar todo ese daño que se ha hecho. Y mitigar, porque en el fondo no estamos en el balance que tiene el país, no se están considerando las turberas, hay un tema contradictorio porque estamos por un lado protegiendo, intentando cumplir con las metas pero, por otro lado estamos liberando CO2 fuertemente a la atmósfera (Entrevistado(a) N°7, comunicación personal, 18 de enero, 2022).

Entrevistado N°6:

Haciendo buenos proyectos más que nada. Las autoridades tienen que llegar a conversar con el propietario, ponerse de acuerdo y en buenas palabras decirle oiga porque no lo trabaja con plan de manejo, hágalo así, que uno como poblador muchas veces no las tiene, entonces es bueno recoger ideas de otras partes. Involucrar más a la comunidad. Debería ser en base a proyectos, en base de orientación más que nada, de educar. Respecto a las autoridades! Que fiscalicen personalmente desde que salió el decreto 25 nunca nos han fiscalizado. que el SAG salga a terreno! Que este en los puertos. Lamentable no lo están haciendo por eso el problema que tenemos (Entrevistado N°6, comunicación personal, 17 de enero, 2022).

En Tortel no existe ninguna autoridad de gobierno o institución que regule la extracción del musgo y la turba, los que trabajan con plan de manejo en el sitio “Y”, lo hacen por su cuenta porque tienen la conciencia de hacer una regeneración correcta, sin embargo los demás lo hacen sin regulación alguna.

5.2.3 Factores ambientales

Clima de Tortel favorable para el crecimiento y mantenimiento de las turberas

Tortel cuenta con un clima húmedo y lluvioso (Ver Figura 23), creando un hábitat propicio para la turbera, su crecimiento y funcionamiento. En tres climas distintos se desarrollan las turberas en la comuna, mayoritariamente se presentan en clima templado frío lluvioso, con un promedio de precipitación de 1800 mm, una temperatura media de 6,5°C, una altura mínima de 50 msnm y máxima 1600 msnm. También crecen en clima templado cálido lluvioso sin estación seca, tiene un promedio de precipitación de 2100 mm, una temperatura media de 9°C, una altura mínima de 0 msnm y máxima 1400 msnm, y en clima de Tundra por efecto de altura, con un promedio de precipitación de 700 mm, una temperatura media de 4°C, una altura mínima de 2000 msnm y máxima 4300 msnm (IDE Chile, 2019). Las turberas de la comuna de Tortel en específico se pueden localizar tanto en zonas planas como en zonas un poco más altas, alcanzando los 800 msnm.

Cambio climático y la posible falta de agua

Lo preocupante es el tema del agua y a futuro no disponer de ella, como lo ocurrido con las turberas en Chiloé, que junto con su degradación trajo problemas con el agua según lo comentado por el INIA a continuación:

Entrevistado(a) N°7:

Hay lugares por ejemplo Chiloé que ya se saturó y que ahora hay una corriente ecológica muy fuerte, entonces allí hay muchas más denuncias ciudadanas y están preocupados por el tema del agua, porque el agua para ellos es un tema y las turberas acumulaban agua en el invierno y las entregaban en el verano y ahora eso ya no está (Entrevistado(a) N°7, comunicación personal, 18 de enero, 2022).

Por suerte, en la zona llueve casi todo el año y solo se ve afectada en la fase cálida del fenómeno del niño, el anticiclón de repliega más al norte o bien se debilita y divide en dos, una fracción se mantiene frente a la costa norte y la otra se desplaza a

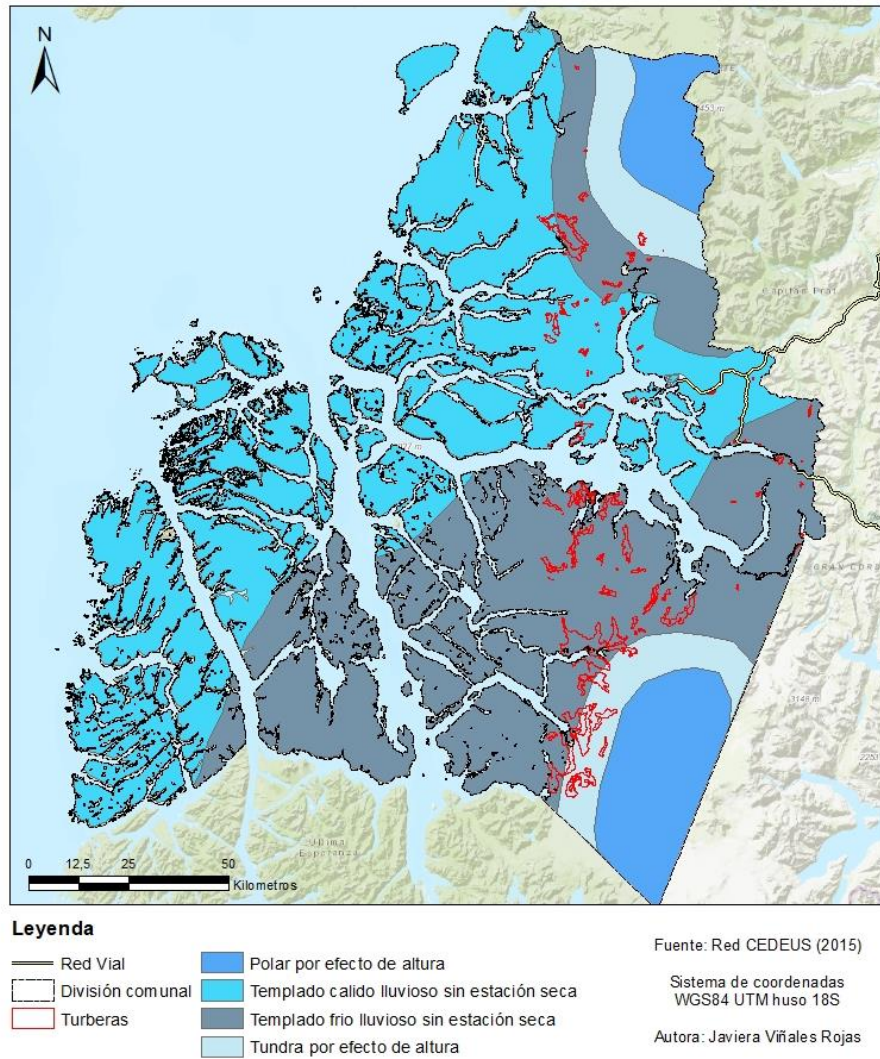
regiones australes, provocando sequias en Aysén y Magallanes, mientras los frentes ingresan con frecuencia trayendo lluvias a la zona central, aprovechando el espacio que dejan las dos fracciones del anticiclón (Santibáñez, 2018). De esta manera, al ser una zona interior, no se encuentra tan afectada como otros lugares del país, sin embargo Tortel no cuenta con suelos fértiles para la agricultura o la ganadería, estas actividades no se dan en demasía, por lo que las intensas lluvias no tienen un beneficio para esta actividad pero sí para las turberas y su mantenimiento.

Al encontrarse degradada una turbera, esta pierde su capacidad de retener grandes cantidades de agua, por lo que el derretimiento glacial que han traído las altas temperaturas del cambio climático ha provocado una disminución del agua disponible. También al disponer de menos agua y recursos, la turbera pierde su capacidad de reservorio de carbono, al destruir una turbera, se convierte en fuente de CO₂ a la atmósfera perjudicando gravemente al planeta. Si las turberas se mantuvieran sin extracción y protegidas, servirían no tan solo como reservorio de agua sino también como elemento mitigador de cambio climático, disminuyendo y regulando las altas temperaturas del planeta.

De acuerdo con lo comentado por los pobladores en terreno, se pudo observar que los tortelinos no se encuentran contentos con que llueva casi todo el año, debido a que no les beneficia directamente a ellos, sino que los inmoviliza y no los dejan trabajar. De este modo, los habitantes de caleta Tortel suelen trabajar y sacarle provecho a la temporada de verano con la llegada de muchos turistas al lugar. El clima los obliga a juntar la mayor cantidad de dinero en esta época para que les alcance para el resto del año y refugiarse en invierno debido al alto porcentaje de lluvias que no les permite salir o hacer otro tipo de trabajo.

Se puede notar una fuerte desconexión con la naturaleza por parte de los tortelinos, ya que no se encuentran cómodos con el clima y no conocen los distintos ecosistemas que los rodean.

Figura N° 23. Zonas climáticas de la comuna de Tortel



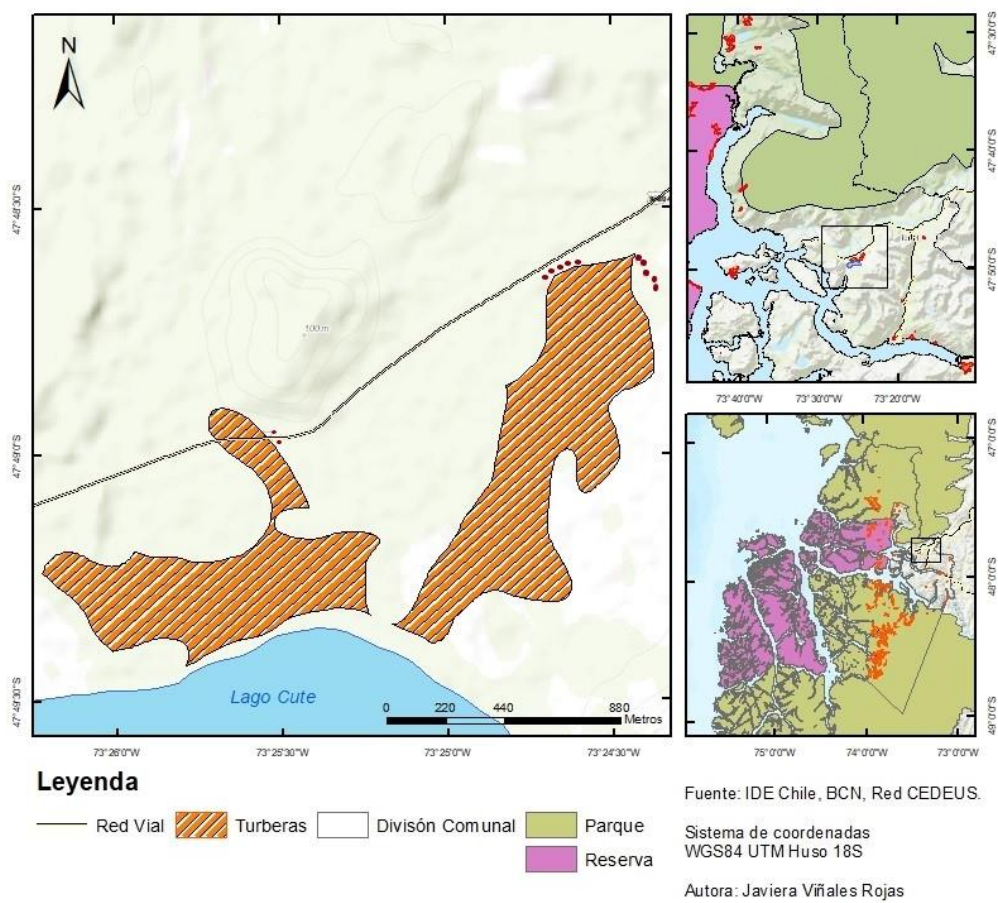
Fuente: Elaboración propia, 2022.

5.3 Impacto de la actividad humana en las turberas de Tortel en los últimos años

5.3.1 Geolocalizando una turbera

El trabajo en terreno permitió acceder a una turbera del sector “Y” ubicada a 8 km de caleta Tortel, en compañía del propietario del terreno, el cual abrió sus puertas para la investigación. A través de parcelas de 10 metros, se logró recopilar un total de 12 puntos en distintos sectores, registrando coordenadas, altitud, tipo de vegetación y algunos comentarios al respecto. Posteriormente, los puntos fueron georreferenciados para poder comenzar con el análisis, logrando espacializar el lugar en el mapa que se presenta a continuación:

Figura N° 24. Mapa de puntos parcelados cada diez metros



Fuente: Elaboración propia, 2022.

En la figura anterior, se pueden visualizar los puntos recopilados en terreno, a pesar de que no se accedió directamente a la turbera se podía observar la presencia de musgo Sphagnum en toda su extensión. Al no poder realizar un análisis más profundo, como delimitar toda la turbera y ver si correspondía con la delimitación del shape presentado en el mapa, no se pudo corroborar detalladamente si la turbera disminuyó o aumentó su tamaño debido a que a simple vista no se visualizaba la turba, sin embargo se logró ver la densidad y vigorosidad que presentaba el musgo Sphagnum en el lugar.

En los cinco primeros puntos recopilados (Ver Figura 24) se podía ver un camino creado con madera para que las personas pudieran ingresar a cortar ciprés o para los mismos trabajadores que extraen turba y musgo. Se veía mucha basura como latas de bebidas o envases de plástico, también ramas de árboles cortados, flora nativa y ciprés quemado. La intervención humana en esta parte era muy fuerte, sin embargo la presencia de agua por el costado (Ver Figura 25) mostraba una mayor vigorosidad del musgo (Ver Figura 26) y mayor vegetación como juncos, donatias y chaura (Ver Figura 27).

Figura N° 25. Sector con mayor presencia de agua en los cinco primeros puntos



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 26. Sphagnum con mayor presencia de agua



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 27. Chaura



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

En los otros cinco siguientes puntos recopilados (Ver Figura 24), la situación cambió. El agua superficial ya no se hacía presente, la vegetación se veía menos vigorosa y la densidad del musgo era menor (Ver Figura 28)

Luego se accedió a una zona en la cual el propietario del terreno mostró que no había cosechado, se encontraba dividida por una cinta que demarcaba el estado de esa zona en particular en donde se apreciaba una clara diferencia respecto a los puntos anteriores, la densidad de musgo era mucho mayor, el musgo estaba mucho más alto y vigoroso, también se podía ver el crecimiento de un musgo menos rojo y más verde claro (Ver Figura 28 y 29).

Figura N° 28. Sphagnum en mal estado



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 29. Musgo sin cosechar



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 30. Zona sin cosechar



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

El trabajador de la turbera del sitio “Y”, contaba que encontró en Tortel el musgo que se encuentra en la foto a continuación:

Figura N° 31. Musgo Sphagnum con sedimentos volcánicos



Fuente: Imagen proporcionada por un entrevistado (Entrevistado N°6).

Y dice:

Ese pompón cuando lo encontré se podía ver que tenía sedimento volcánico, se ve que tiene un poco de ceniza, ahí uno puede comprobar que tal vez cuando fue la erupción del volcán Hudson en el año 1991, llegó cenizas a Tortel.

Figura N° 32. Musgo con ceniza volcánica en Tortel



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Los otros dos puntos fueron registrados debido a que sacos de musgo se encontraban posicionados en el camino al costado de la ruta X-904 (Ver Figura 24), esto se registró con el fin de analizar el terreno de alrededor ya que se había cosechado recientemente en esos dos lugares. La turbera que se encontraba detrás de los sacos presentaba una densidad mucho menor del musgo debido quizás a la reciente extracción, de igual manera se podía ver la presencia de este y no la extracción completa, por lo que en terreno se pudo percibir que efectivamente estaban cumpliendo con el plan de manejo del SAG que obliga a dejar el 30% sin cosechar.

Figura N° 33. Sacos de musgo tirados en la ruta X-904 (Sitio Y)



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 34. Alta densidad de musgo sin presencia



Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022.

Figura N° 35. Fuerte extracción de musgo y turba en Sitio X



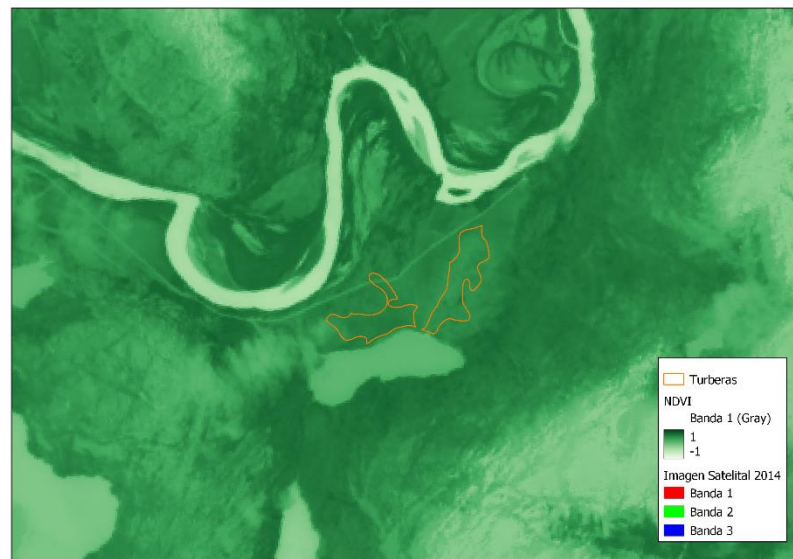
Fuente: Archivo personal de la autora, enero 2022

En el sitio “X”, al cual no se pudo ingresar sino que solo contemplar desde lejos vía vehículo, en la imagen se puede apreciar claramente una turbera muy dañada, más plana, con una fuerte extracción de musgo y de turba, denostando la falta de manejo de la extracción que se está realizando en ese lugar.

5.3.2 Índices

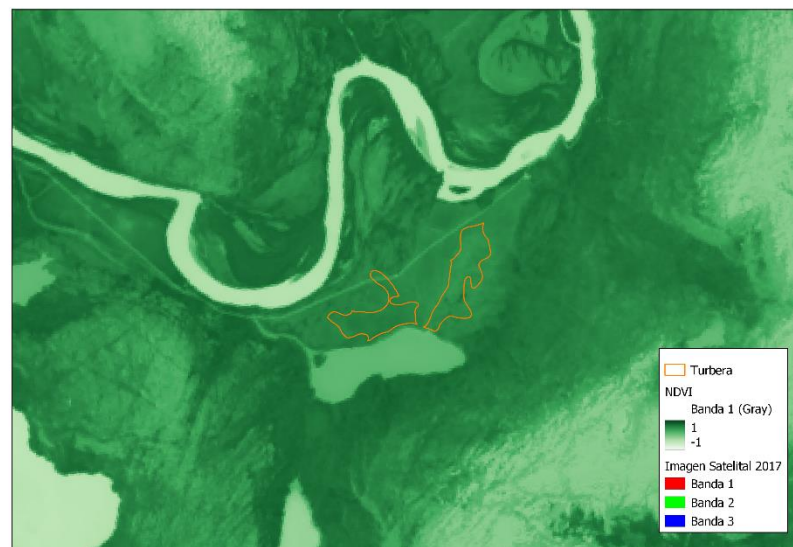
Índice de vegetación

Figura N° 36. Índice de vegetación 2014



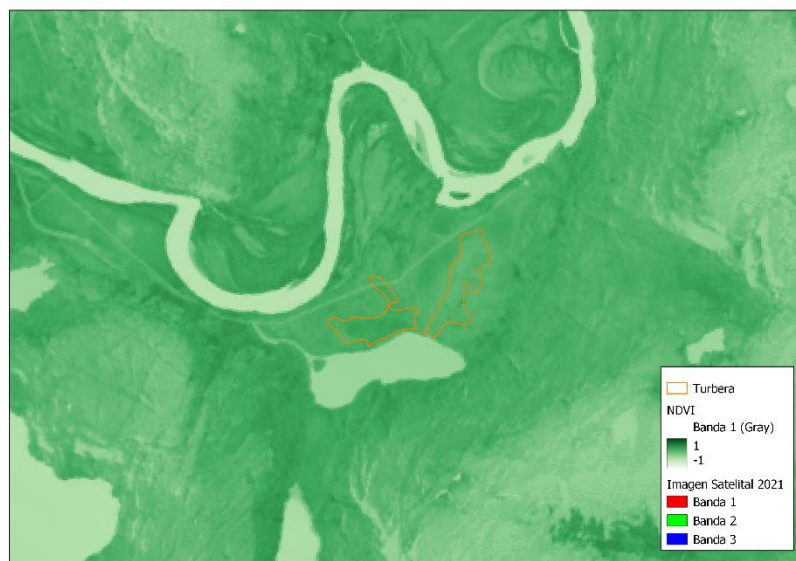
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura N° 37. Índice de vegetación 2017



Fuente: Elaboración propia, 2022.

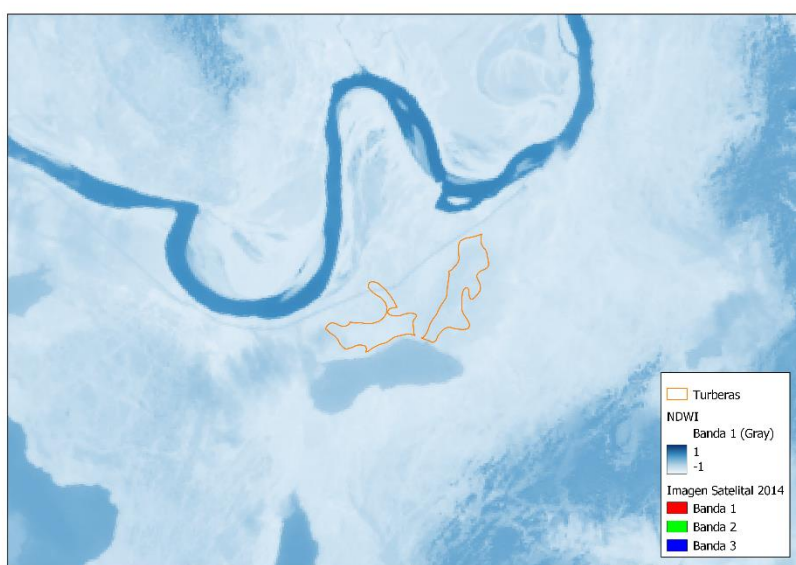
Figura N° 38. Índice de vegetación 2021



Fuente: Elaboración propia, 2022.

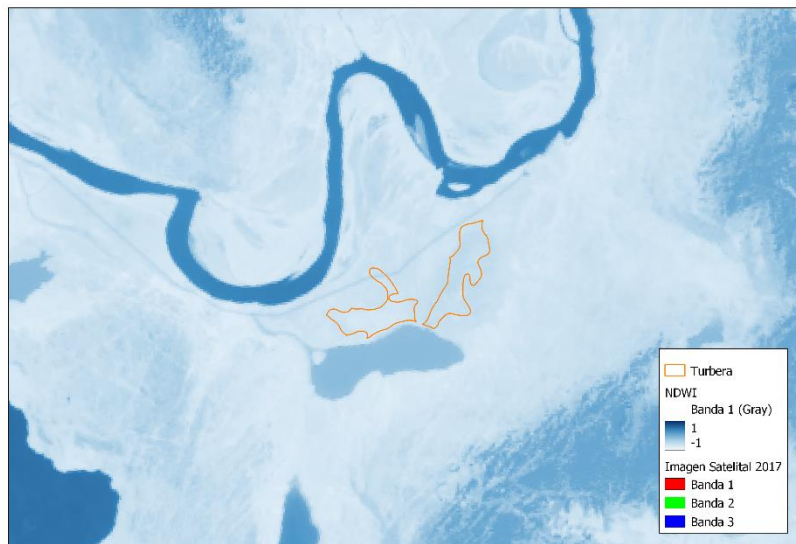
Índice de agua

Figura N° 39. Índice de agua 2014



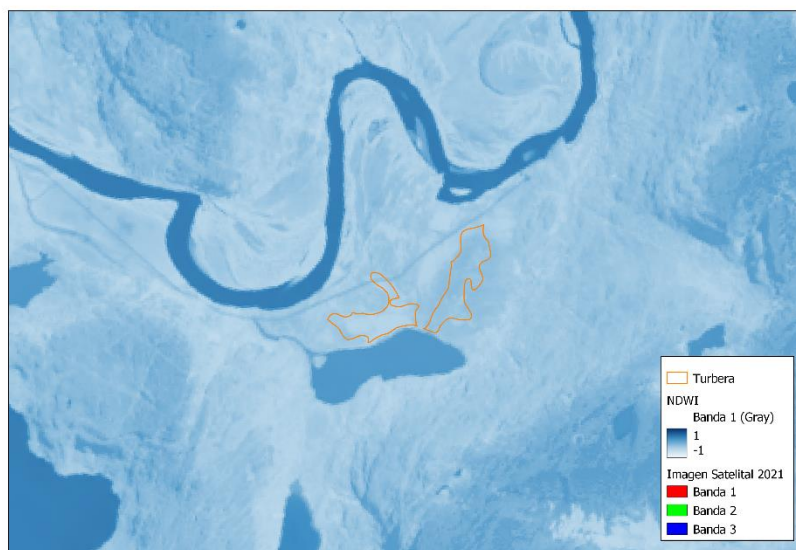
Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura N° 40. Índice de agua 2017



Fuente: Elaboración propia, 2022.

Figura N° 41. Índice de agua 2021



Fuente: Elaboración propia, 2022.

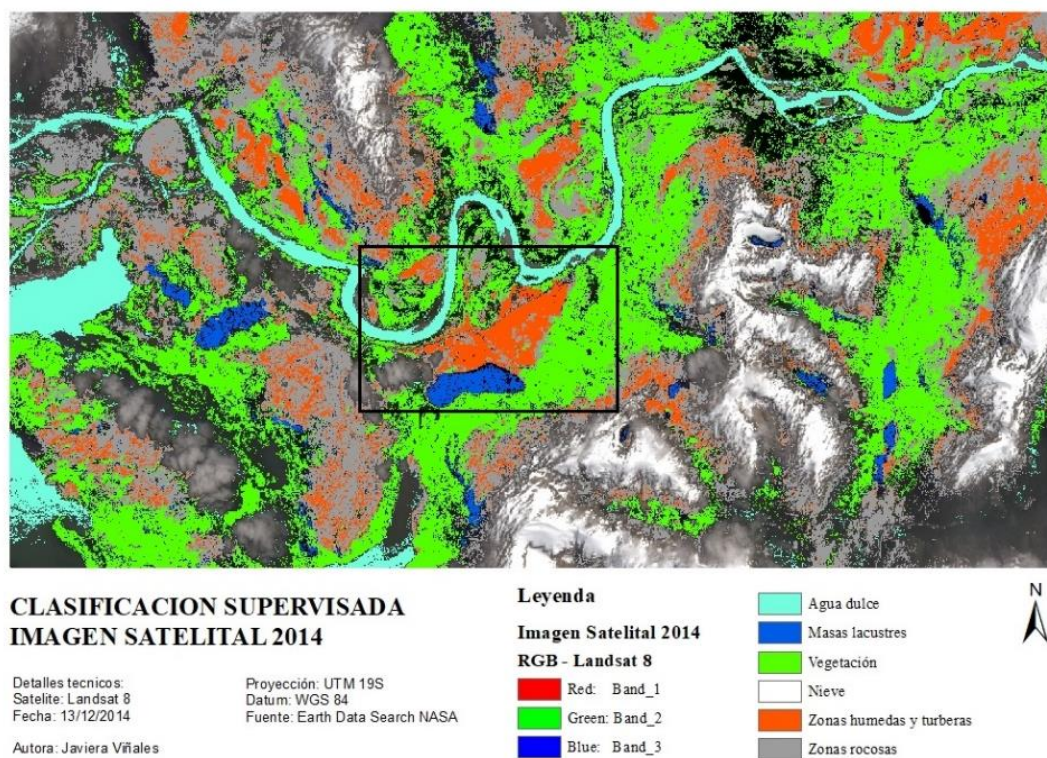
Al analizar el índice de vegetación de las tres imágenes, se puede notar una clara disminución de presencia de vegetación en las turberas, representadas por los polígonos. Del año 2014 al 2017, la diferencia no es tan grande, pero al comparar el año 2014 con la vegetación del año 2021, esta es mucho menor, representando una grave situación quizás influenciada por el cambio climático.

Por otro lado, se puede apreciar una situación parecida con el índice de agua para estos tres años, sin embargo la diferencia no es significativa. Del año 2014 al 2021, no se aprecia un cambio revelador en las turberas, debido quizás a que en el lugar los milímetros de precipitación son muy grandes, es por esto que se realizó también una clasificación supervisada, la cual muestra con mayor detalle las zonas húmedas y las turberas.

Los índices de agua no lograron mostrar menor presencia de agua en las turberas, sin embargo, según lo recopilado en terreno, se puede ver que el agua ha disminuido y los mismos dueños del terreno en que crece turba y musgo han percibido una gran disminución de presencia de agua, esto también se puede demostrar con el musgo el cual se encuentra seco en algunas zonas.

5.3.3 Clasificación supervisada

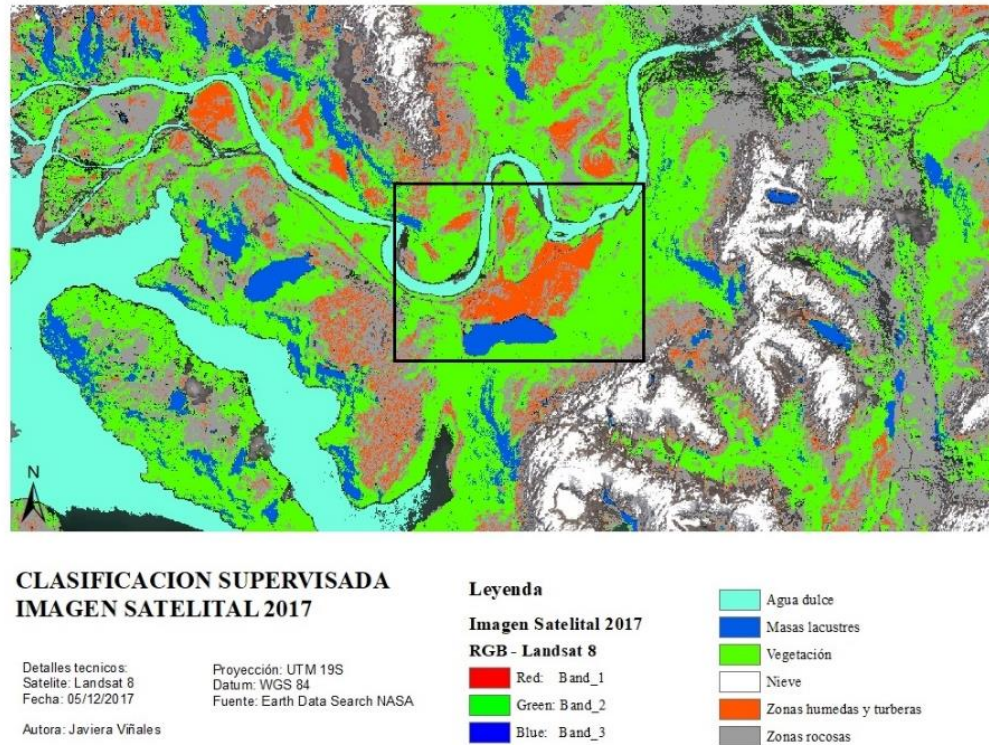
Figura N° 42. Clasificación supervisada imagen 2014



Fuente: Elaboración propia, 2022.

La clasificación supervisada de la imagen satelital del año 2014 se realizó con éxito, sin embargo se pudo notar la presencia de nubosidad, lo que obstaculizó la correcta clasificación de los píxeles. A su vez, distintas zonas húmedas y de vegetación priman en la imagen.

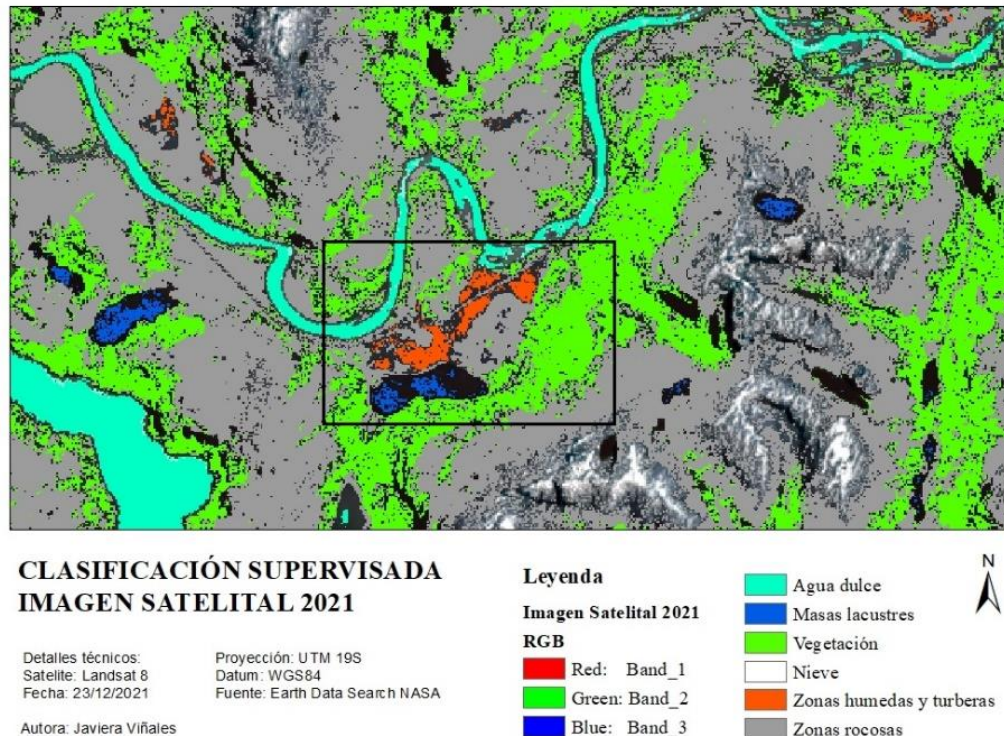
Figura N° 43. Clasificación supervisada imagen 2017



Fuente: Elaboración propia, 2022

La clasificación supervisada del año 2017 se pudo realizar de una manera mucho más pulcra, debido a la mejor resolución que presentaba la imagen satelital de este año. Se puede ver que la vegetación sigue estando vigorosa y presente, pero las zonas húmedas han disminuido en comparación con lo expuesto en la imagen del 2014.

Figura N° 44. Clasificación supervisada imagen 2021



Fuente: Elaboración propia, 2022

El año 2021 muestra un cambio relevante respecto a las zonas húmedas, se observa una gran disminución de estas y sobre todo en lo que respecta a la turbera analizada. También se puede notar que la vegetación ha disminuido bastante respecto a las otras dos imágenes.

En general, la clasificación supervisada logró mostrar un cambio en la turbera escogida para el análisis, gracias a que se clasificó pixel por pixel cada zona y demostró que en siete años la turbera explotada ha disminuido en tamaño. Esto a su vez indica que ha ido perdiendo su capacidad de retener agua y carbono.

El terreno llevado a cabo permitió la observación detallada de las turberas previamente escogidas, ya que con la recopilación de doce puntos se logró apreciar el real estado de la turbera que estaban explotando en el sitio “Y”. Dentro de la misma

turbera, se podían ver cambios en distintos sectores, ya sea por la disminución de presencia de agua y por la regeneración que intentaban realizar con el plan de manejo del SAG.

El trabajo con imágenes satelitales permitió corroborar el cambio esperado de la turbera escogida a través de los años. Se observó su evolución y afectación por la extracción de sus recursos. Los índices de vegetación lamentablemente no pudieron demostrar un cambio relevante por lo que se recurrió al método de clasificación supervisada el cual distingue específicamente cada zona para luego clasificarla. Este indicó un cambio tanto de vegetación como de zonas húmedas, mostrando una menor densidad de vegetación y un menor tamaño de la turbera analizada.

Si bien en terreno se pudo observar que el plan de manejo puede funcionar, la turbera se degradará de igual manera y perderá sus funciones poco a poco. Junto con que no existe la misma conciencia de implementar esto en la cosecha por parte de todos los trabajadores, por lo que es necesaria una urgente regulación para el uso de este recurso o para la protección de este.

Es prioritario que la protección de las turberas venga acompañada de un ayuda económica para las personas que subsisten de sus recursos, detrás de la protección existe un gran problema socio-ecológico que se tiene que tomar en cuenta.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Las turberas al encontrarse actualmente en un estado de desprotección y poca regulación están comenzando a ser de interés medioambiental para los científicos que buscan preservar estos ecosistemas tan valiosos y desconocidos. Por ello se busca informar a la comunidad sobre lo que es una turbera y sus funciones, como la capacidad de mitigar el cambio climático, ya que la mayoría de las personas no las conoce o nunca habían escuchado si quiera su nombre. Esta tesis presentó la situación de las turberas en la comuna de Tortel y el poco conocimiento de las personas respecto a estas, siendo que las más cercanas se localizan a solo 8 km de Caleta Tortel. Los Tortelinos viven rodeados de turba y musgo Sphagnum pero nunca han oído hablar de estos recursos, lo que también deja a concluir que los privados y solo algunas personas se están aprovechando. Este estudio buscó valorizar e informar respecto a lo local para lograr ir de lo local a lo global.

En la turbera más cercana de Caleta Tortel, se está realizando la extracción a través de un plan de manejo sin embargo, esta se sigue degradando según lo que se pudo ver con las imágenes satelitales.

Conservar un ecosistema debe ser en todos los niveles, no basta con que el gobierno saque una nueva ley y todo se solucione si no existe una concientización previa, tanto a nivel local como global. También debe venir acompañado con mejor educación y difusión de información hacia la comunidad sobre la importancia y funciones de cada ecosistema, que informe a las personas y cree conciencia a futuro.

Al fin y al cabo, las personas que extraen en sus terrenos los recursos de turberas “no tienen la culpa” ya que no recibieron educación adecuada sobre la importancia de estas mismas y sobre cómo deben cosechar correctamente, según lo recopilado en entrevistas. La poca información que estos cosechadores han obtenido ha sido gracias a los turistas o investigadores que llegan al lugar, biólogos o ingenieros por ejemplo, les han ayudado a entender el ecosistema en el que trabajan.

Al comparar las distintas leyes y normativas que han regido las turberas tanto en Chile como en otros países, se pudo ver que en el país la situación legal al respecto es muy precaria y está recién comenzando con la ley que busca proteger el ecosistema de turberas, actualmente en tramitación.

Respecto a las leyes internacionales, en Chile se podría implementar: de la legislación australiana, la idea de un comité científico encargado de enlistar las especies que se encuentren amenazadas en el ecosistema de turberas. Y crear una ley de protección de la biodiversidad donde puedan considerar esta lista, protegiendo las especies amenazadas en el marco de la ley. Junto con una incorporación de conocimiento indígena sobre la biodiversidad.

De la legislación canadiense, se podría poner en práctica la idea de una protección localizada pero que en este caso abarque todo el territorio nacional. Además, incluir a los pueblos originarios también es muy relevante debido a su constante interacción con la naturaleza y a los conocimientos que poseen sobre la misma. En el caso de Tortel, para el censo del 2017, se pudo visualizar que un 97% de la población se consideraba parte de algún pueblo originario, 93% mapuche, 2% kawésqar, 0,5% yámara, entre otros (INE, 2017). Por lo que sería fundamental incluir a la comunidad tortelina y originaria para una protección más local.

De la legislación de Reino Unido, se podrían crear más leyes de protección ambiental. A su vez, se podría intentar que privados estén interesados en conservar las turberas, sin embargo, es mejor que no existan intereses privados en el país debido a que no pueden privatizar un lugar que les pertenece a todos y que quizás después encuentren la forma de aprovecharse de ello, como lo que está pasando con las turberas cercanas a caleta Tortel, en donde dueños de fundos accedieron a su explotación, debido al beneficio económico que les traía. Tomando en cuenta la situación chilena respecto a los recursos naturales y su mala distribución en donde los privados se aprovechan de estos, podría ser una mala jugada. En el país todavía no existe una cultura o conciencia medioambiental para poder implementar esta medida.

Las limitantes encontradas al estudiar la comuna de Tortel, fue la poca información y datos estadísticos disponibles en la web. Y también la falta de imágenes satelitales más actuales, ya que la más reciente y con menor nubosidad es del año 2014. Por último, otro limitante fue no poder medir la cantidad de carbono que secuestraban las turberas analizadas ya que no se contó con ese tipo de herramienta, no obstante se puede inferir que secuestra menos carbono ya que el área de la turbera disminuyó.

Es fundamental que la turbera sea protegida en marco de la ley.

REFERENCIAS:

- Alonso, L. E. (1995). Sujeto y discurso: El lugar de la entrevista abierta en las prácticas de la sociología cualitativa. https://www.u-cursos.cl/facso/2018/2/SO01022/1/material_docente/bajar?id_material=2357553
- Amigo, J. C. Ramírez (1998). A bioclimatic classification of Chile: woodland communities in the temperate zone. *Plant Ecology* 136: 9-26. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009714201917>
- Australian Government. (2020). Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999 (EPBC Act). <http://www.environment.gov.au/epbc/about/history>.
- Baquedano, F. & Brenes, P. (2012). Propuesta de diseño de un sistema de imágenes satelitales, climáticas y ambientales, febrero-abril del 2012. <http://repositorio.uca.edu.ni/563/1/UCANI3624.PDF>
- Barrey, R y Chorley, R. (199). *Atmósfera, tiempo y clima*. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. https://www.academia.edu/43460904/Atm%C3%B3sfera_tiempo_y_clima.
- Belyea, L.R. y R.S. Clymo. 2001. Feedback control of the rate of peat formation. *R. Soc. of London B* 268: 1315–1321. <http://research.sbc.sqmul.ac.uk/r.clymo/Clymo-article-PDFs/62-Belyea-Clymo-2001-Feedback.pdf>.
- Berrios, A. & Jirón, X. (2018). Régimen jurídico de los humedales tipo turbera: Sobre la necesidad jurídica de regular la extracción de turba y musgo *Sphagnum* en el Archipiélago de Chiloé. Revisión crítica a alternativas para su regulación. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/150318>
- Biblioteca del Congreso Nacional BCN. (2017). Ley sobre Protección de Turberas. https://www.bcn.cl/delibera/show_iniciativa?id_colegio=2289&idnac=2&patro=0&nro_torneo=2017.

- Billi, M., Blanco, G., Urquiza, A. (2019). What is the 'Social' in Climate Change Research? A Case Study on Scientific Representations from Chile. <https://doi.org/10.1007/s11024-019-09369-2>.
- BCN. (1981). DECRETO 771 PROMULGA LA CONVENCION SOBRE ZONAS HUMEDAS DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL ESPECIALMENTE COMO HABITAT DE LAS AVES ACUATICAS, SUSCRITO EN IRAN EL 2 DE FEBRERO DE 1971. Ministerio de Relaciones Exteriores. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=15511>.
- BCN. (1982). LEY 18097 LEY ORGANICA CONSTITUCIONAL SOBRE CONCESIONES MINERAS. Ministerio de Minería. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29522>.
- BCN. (1983). LEY 18248 CODIGO DE MINERIA. Ministerio de Minería. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29668>.
- BCN. (1994). LEY 19300 APRUEBA LEY SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE. Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=30667>.
- BCN. (1998). LEY 19561 MODIFICA EL DECRETO LEY N°701, DE 1974, SOBRE FOMENTO FORESTAL. Ministerio de Agricultura. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=99208>.
- BCN. (2011). DECRETO 82 APRUEBA REGLAMENTO DE SUELOS, AGUAS Y HUMEDALES. Ministerio de Agricultura. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1022943>.
- BCN (2018). Protección de Humedales En Chile, Argentina, Perú, Canadá y Estados Unidos de Norteamérica. Asesoría Técnica Parlamentaria. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=152546&prmTIPO=DOCUMENTO> COMISION.

- BCN. (2019). DECRETO 25 DISPONE MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DEL MUSGO SPHAGNUM MAGELLANICUM. Ministerio de Agricultura. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1114649>.
- BCN. (2020). DECRETO 40 APRUEBA REGLAMENTO DEL SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. Ministerio del Medio Ambiente. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1053563>.
- BCN. (2020). LEY 21202. MODIFICA DIVERSOS CUERPOS LEGALES CON EL OBJETIVO DE PROTEGER LOS HUMEDALES URBANOS. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1141461>.
- BCN. (2021). LEY 20417 CREA EL MINISTERIO, EL SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL Y LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE. Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1010459>.
- BCN. (2021). Tortel. Reporte comunal 2021. https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021&idcom=11303.
- BCN. (s.f). Bienvenidos a Ley Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/>.
- Blanco, D. & Balze, V. (eds.). (2004). Los turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad. Publicación No. 19. Wetlands Internacional. Buenos Aires, Argentina. 149 p. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/26803>
- Bolin, B. 1970. The carbon cycle. Scientific American 223: 125-132. <https://www.scientificamerican.com/article/the-carbon-cycle/>.
- Borrego, A., Martín-Algarra, A., Pérez-López, A., Sierra, M. (2021). Formación de una turbera. Universidad de Granada - Instituto Nacional del Carbón (CSIC) / España. <https://petrografiacarbon.es/med-sedimentarios/formacion-turbera/>.

- Brown, S. 1997. Los bosques y el cambio climático: el papel de los terrenos forestales como sumideros de carbono. Ankara, Turquía: Congreso Forestal Mundial. 107-121 pp.
- Bullock, A. y Acreman, M. (2003). The Role of Wetlands in Hydrological Cycle. https://www.researchgate.net/publication/29626943_The_Role_of_Wetlands_in_the_Hydrological_Cycle.
- Cámara de Diputados y Diputadas. (2021). PROYECTO DE LEY QUE DECLARA DE INTERÉS NACIONAL EL MUSGO SPHAGNUM, PROHÍBE SU EXTRACCIÓN, EXPLOTACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN Y ESTABLECE SANCIONES A SU CONTRAVENCIÓN. https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=14520&prmTIPO=I_NICIATIVA.
- Cámara de Diputadas y Diputados. (2021). <https://www.camara.cl/>.
- Carrere, M. (2021). Explotación de turberas en Chile pone en peligro ecosistema clave para combatir el cambio climático. Mongabay Latam. <https://es.mongabay.com/2021/05/explotacion-de-turberas-en-chile-cambio-climatico-entrevista/>.
- Chilebosque. (s.f). Chilebosque, conociendo y disfrutando la flora de Chile. 1999-2016 Chilebosque.cl. <http://www.chilebosque.cl/>.
- CONAF. (s.f). DL 701 y sus reglamentos. <https://www.conaf.cl/nuestros-bosques/plantaciones-forestales/dl-701-y-sus-reglamentos/>.
- CONAF & CONAMA, (2006). Monitoreo y actualización: Catastro de uso del suelo y vegetación, Región de Magallanes y Antártica Chilena. Santiago, Chile.
- Corbetta, P. (2003). Metodologías y técnicas de investigación social. <https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/metodologc3ada-y-tc3a9cnicas-de-investigac3b3n-social-piergiorgio-corbetta.pdf>.

- Centro de Información de Recursos Naturales CIREN (2013). Apuntes de Teledetección: índices de vegetación. Información para el desarrollo y la innovación. https://www.researchgate.net/publication/327558326_Apuntes_de_Teledeteccion_Indices_de_vegetacion
- Díaz, M.F. & Larraín, J., Zegers, G. (2005a) Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pompón en la Isla de Chiloé. 33 p. https://www.researchgate.net/publication/268059764_Antecedentes_sobre_la_importancia_de_las_turberas_y_el_pompon_en_la_isla_de_Chiloe.
- Díaz, M., Larraín, J., Zegers, G. (2005b). Guía para el conocimiento de la flora de turberas y pomponales en la isla grande de Chiloé. http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/SINIA/Biblio_AP/070316BIBLIORNAP_169.pdf.
- Díaz, M., Larraín, J. Zegers, G., Tapia, C (2008). Caracterización florística e hidrológica de turberas de la Isla Grande de Chiloé, Chile. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2008000400002>.
- Diario Constitucional. (13 de julio 2021). Cámara Baja discute proyecto de ley sobre protección ambiental de las turberas. <https://www.diarioconstitucional.cl/2021/07/13/camara-baja-discute-proyecto-de-ley-sobre-proteccion-ambiental-de-las-turberas/>.
- Domínguez, E. y D. Vega-Valdés (2015). Funciones y servicios ecosistémicos de las turberas en Magallanes. Colección de libros INIA N°33 Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile 332 pp. <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/3576>.
- Domínguez, E., Martínez, M., Henríquez, JM. (2020). Restauración en Turberas de Sphagnum cosechadas en la región de Aysén. Parte I: Implementación de ensayos y tratamientos a evaluar. https://www.researchgate.net/publication/348003624_RESTAURACION_EN_T

URBERAS_DE_SPHAGNUM_COSECHADAS_DE_LA_REGION_DE_AYSE
N.

Enger, E. & Smith, B., (2006). Ciencia ambiental: Un estudio de interrelaciones. Editorial McGraw-Hill/Interamericana Editores, México.
<https://www.worldcat.org/title/ciencia-ambiental-un-estudio-de-interrelaciones/oclc/74452532>.

Frolking, S., Roulet, N., Fuglestedt, J. (2006). How northern peatlands influence the Earth's radiative budget: Sustained methane emission versus sustained carbon sequestration. J. Geophys. Res. 111, G01008.
<https://doi.org/10.1029/2005JG000091>.

Garreaud, R. (2011). Cambio climático: bases físicas e impactos en Chile. Departamento de Geofísica. Universidad de Chile. Recuperado de:
http://www.dgf.uchile.cl/rene/PUBS/inia_RGS_final.pdf.

Gilabert, M.A., García-Haro, J., González-Piqueras, J. (1997). Acerca de los índices de vegetación.
https://www.researchgate.net/publication/39195330_Acerca_de_los_indices_de_vegetacion

Gobierno Regional de Aysén. (s.f). Información Regional.
https://www.goreaysen.cl/controls/neochannels/neo_ch28/neochn28.aspx?appinstanceid=146&pubid=98.

Gobierno de Chile. (2020). Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). Actualización 2020. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_espan%CC%83ol-1.pdf.

González, C. (12 de enero 2022). “Un avance para todo el planeta”: valoran aprobación en general de ley de turberas en Cámara de Diputados. País Circular.

<https://www.paiscircular.cl/biodiversidad/un-avance-para-todo-el-planeta-valoran-aprobacion-en-general-de-ley-de-turberas-en-camara-de-diputados/>.

Griscom, B.W., Adams, J., Ellis, P.W., Houghton, R.A., Lomax, G., Miteva, D.A., Schlesinger, W.H., Shoch, D., Siikamäki, J. V., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R.T., Delgado, C., Elias, P.... Fargione, J., (2017). Natural climate solutions. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 114, 11645–11650. <https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114>.

Gudiño, M. (s.f). Transformaciones territoriales asociadas a la globalización una reflexión teórica-metodológica. CONICET-Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Hajek, E. F. Di Castri (1975). Bioclimatografía de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago. 114 pp. https://www.ecolyma.cl/documentos/bioclimatografia_de_chile.pdf

Hauser, A. (1996). Los depósitos de turba en Chile y sus perspectivas de utilización. <http://www.andeangeology.cl/index.php/revista1/article/view/V23n2-a08>.

Hoyos-Santillán J., Miranda, A., Lara, A., Rojas, M., Sepulveda-Jauregui, A., (2019). Protecting Patagonian peatlands in Chile. *Science* (80-.). 366, 1207–1208. <https://doi.org/10.1126/science.aaz9244>.

IDE Chile. (2019). Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger escala 1:1.500.000. Clima y Atmósfera. <https://www.ide.cl/index.php/clima-y-atmosfera>

Instituto Nacional de Estadísticas INE (1992). Ciudades, pueblos y aldeas Chile. Censo 1992. https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/anteriores/censo1992.pdf?sfvrsn=1f42f2c4_4.

INE (2002). Resultados Censo 2002 volumen I. https://www.ine.cl/docs/default-source/censo-de-poblacion-y-vivienda/publicaciones-y-anuarios/2002/censo_2002_volumen_i.pdf?sfvrsn=e4988530_6.

- INE (2017). Resultados CENSO 2017. Por país, regiones y comunas.
<http://resultados.censo2017.cl/Region?R=R11>.
- INE (2021). Conozca cuales son las comunas 100% urbanas y 100% rurales del país.
<https://www.ine.cl/prensa/detalle-prensa/2021/09/13/conozca-cu%C3%A1les-son-las-comunas-100-urbanas-y-100-rurales-del-pa%C3%ADs>.
- Instituto Fueguino de Turismo. (s.f). Tierra del Fuego – Fin del mundo. Guía de Especies. <https://findelmundo.tur.ar/es>.
- IPCC Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (1995). IPCC Second Assessment. Climate Change 1995. A report of intergovernmental panel on climate change.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_sar_wg_I_full_report.pdf.
- IPCC (2013). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf.
- IPCC (2019). IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/4.-SPM_Approved_Microsite_FINAL.pdf.
- Iturraspe, R. (2010). Las turberas de Tierra del Fuego y el cambio climático global. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales - Wetlands International. ISBN: 978-987-24710-4-0.

https://www.researchgate.net/publication/255730400_Las_turberas_de_Tierra_d_el_Fuego_y_el_cambio_climatico_global.

Joosten, H. y J. Cowenberg. (2008). Peatlands and Carbon. Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: 99-117. Main Report. Global Env. Centre, K. Lumpur y Wetlands International, Wageningen. https://www.researchgate.net/publication/284054686_Peatlands_and_carbon.

Joosten, H & Clarke, D. (2002). Wise use of mires and peatlands. Background and principles including a framework for decision-making. http://www.imcg.net/media/download_gallery/books/wump_wise_use_of_mires_and_peatlands_book.pdf

Kimmel, K. & Mandar, Ü. (2010) Ecosystem services of peatlands: Implications for restoration. Progress in Physical Geography, 34 (4), 491-514. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0309133310365595?rss=1>.

Maestri, M. Castets, F. Bayala, M. Canziani, G. (2019). Análisis comparativo de cinco métodos de procesamiento para calcular el área de lagunas pampeanas a partir de imágenes satelitales Landsat. Biología Acuática 33 (2018-2019). ISSN 1668-4869. <https://revistas.unlp.edu.ar/bacuatica/article/view/8974>.

Martínez, J. y Fernández, A. (2004). Cambio climático: una visión desde México. https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/cambio_climatico_una_vision_de_mexico_martinez_bremauntz.pdf

Ministerio del Medioambiente MMA (2018) Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/11/Plan_humedales_Baja_confrase_VERSION-DEFINITIVA.pdf.

- Ministerio del Medioambiente MMA (2020). Programa Inventario Nacional de Humedales. Inventario Nacional de Humedales 2020 rar. <https://humedaleschile.mma.gob.cl/inventario-humadales/>.
- Ministerio del Medioambiente MMA (s.f). Adaptación y mitigación. <https://cambioclimatico.mma.gob.cl/adaptacion-y-mitigacion/>.
- Oficina De Estudios y Políticas Agrarias ODEPA (2013). Musgo Sphagnum, manejo sostenible del recurso. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/05/Musgo-sphagnum-Manejo-sostenible-del-recurso.pdf>
- Pisano, E. (1981). Bosquejo fitogeográfico de Fuego-Patagonia. *Anales Instituto Patagonia* (Chile) 12:159-171. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/18032>
- Ramsar. (2006). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/63CDE791FF2EB4CD05257C630051708F/\\$FILE/1_pdfsam_Manual_convenci%C3%B3n_de_Ramsar_2013.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/63CDE791FF2EB4CD05257C630051708F/$FILE/1_pdfsam_Manual_convenci%C3%B3n_de_Ramsar_2013.pdf)
- Ramsar. (2018). Ramsar National Report to COP13. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/importftp/COP13NR_Canada_e.pdf.
- Resumen. (30 de mayo, 2013). Las Turberas de Aysén podrían ser afectadas por proyecto Hidroaysén. <https://resumen.cl/articulos/las-turberas-de-aysen-y-algunas-de-sus-funciones-ecosistemicas>
- Richardson, R. (2011). Catastro de turberas productoras de musgo en la región de Los Lagos. Volumen 2 N° 4 (Cuarto Trimestre, 2011): pp. 249-266. ISSN 0718-9230. <http://biblioteca.cehum.org/bitstream/CEHUM2018/1419/1/Richardson.%20Cata>

stro%20de%20turberas%20productoras%20de%20musgo%20en%20la%20Regi%C3%B3n%20Los%20Lagos.pdf

Roberto. (2017, noviembre). Cálculo del índice NDWI - Gis&Beers. <http://www.gisandbeers.com/calculo-del-indice-ndwi-diferencial-de-agua-normalizado/>

Rodríguez Martínez, A.C. (2015) Hydrogeomorphic classification of mire ecosystems within the Baker and Pascua Basins in the Region Aysén, Chilean Patagonia – a tool for their assessment and monitoring”. Tesis doctoral. Bodenkundliche Abteilung der Humboldt Universität zu Berlin. Alemania. <https://edoc.hu-berlin.de/handle/18452/17966>

Rodríguez, C. y Marvin, G. (2021). Tortel, Caleta de Turberas. Revista Endémico. <https://www.endemico.org/tortel-caleta-de-turberas/>

San Martín, C. Montenegro, D. Pérez, Y. Solís, J.L. (2014). Vegetación y flora leñosa de la comuna de Tortel (Región de Aisén, Chile): una clave de determinación de especies. Agro Sur 42(1): 15-29, 2014. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v42n1/art03.pdf>.

Santibáñez Quezada, F. (2018). El cambio climático y los recursos hídricos en Chile.

Servicio Nacional de Turismo. SERNATUR. (2021). Zona Típica-Caleta Tortel. <https://aysenpatagonia.cl/attractivos/caleta-tortel>.

Schlatter, R. y Schlatter, J. (2004). Los turbales de Chile. Capítulo 5 en Los Turbales de la Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad. Publicación No. 19. Wetlands International. Buenos Aires, Argentina. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/26803>

- Tavra, A. (1991). Colonización Marítima en la zona del Baker (El caso de Tortel). Revista Marina. <https://revistamarina.cl/revistas/1991/6/atavrach.pdf>.
- Tapia, C. (2008). Crecimiento y productividad del musgo *Sphagnum magellanicum* Brid. en turberas secundarias de la provincia de Llanquihue, Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fat172c/sources/fat172c.pdf>.
- Tasmanian Government (s.f). Mineral Resources Tasmania. <https://www.mrt.tas.gov.au/mining>.
- Teneb, E., Gomez, P., González, M. (2008). Observaciones sobre la flora y vegetación de dos turberas en la región de Aisén, Patagonia chilena. https://revistas.udec.cl/index.php/gayana_botanica/article/view/4384
- Terram. (2017). Extrayendo el musgo de las turberas de Aysén: una peligrosa tierra de nadie. Fundación Terram. <https://www.terram.cl/2017/04/extrayendo-el-musgo-de-las-turberas-de-aysen-una-peligrosa-tierra-de-nadie/>
- Terram. (2021). Aprueban legislar para proteger las turberas. Fundación Terram. <https://www.terram.cl/2021/06/aprueban-legislar-para-proteger-las-turberas/>
- Tonon, G. (s.f). La entrevista semiestructurada como técnica de investigación. Capítulo 2 de Reflexiones latinoamericanas sobre investigación cualitativa. http://colombofrances.edu.co/wp-content/uploads/2013/07/libro_reflexiones_latinoamericanas_sobre_investigacin_cu.pdf
- Treimun, J. (2017). INFORME FINAL TURBERAS DE CHILOÉ: Obtención de la Humedad Superficial de Turberas mediante la integración de técnicas y métodos de Teledetección, Geoestadística y levantamiento de información en terreno. https://www.researchgate.net/publication/329323383_INFORME_FINAL_TUR

BERAS_DE_CHILOE_Obtencion_de_la_Humedad_Superficial_de_Turberas_m
ediante_la_integracion_de_tecnicas_y_metodos_de_Teledeteccion_Geoestadistic
a_y_levantamiento_de_informacion_en_terreno

Tuittila, E. (2000). Restoring vegetation and carbon dynamics in a cut-away peatland.
[https://www.researchgate.net/publication/36190993_Restoring_vegetation_and_c
arbon_dynamics_in_a_cut-away_peatland](https://www.researchgate.net/publication/36190993_Restoring_vegetation_and_carbon_dynamics_in_a_cut-away_peatland)

Université Laval. (2019). L'industrie de la tourbe. Faculté des sciences de l'agriculture
et de l'alimentation. [https://www.gret-perg.ulaval.ca/es/presidencia-de-la-
industria/la-industria-de-la-turba/](https://www.gret-perg.ulaval.ca/es/presidencia-de-la-industria/la-industria-de-la-turba/)

Urteaga, L. (1999). Sobre la noción de “recurso natural”. Departament de Geografia
Humana. Universitat de Barcelona págs. 441-454
[http://www.ispel3.edu.ar/_paginas/biblioteca/materiales/geografia/varela_2do_ge
ograf_1.pdf](http://www.ispel3.edu.ar/_paginas/biblioteca/materiales/geografia/varela_2do_geograf_1.pdf)

Valenzuela, J., Schlatter, R. (2004). Las turberas de la isla Chiloé (Xa Región, Chile):
aspectos sobre usos y estado de conservación. Capítulo 7 en Los Turbales de la
Patagonia: Bases para su inventario y la conservación de su biodiversidad.
Publicación No. 19. Wetlands International. Buenos Aires, Argentina.
<https://www.limne.cl/ltldp/cap-07.pdf>

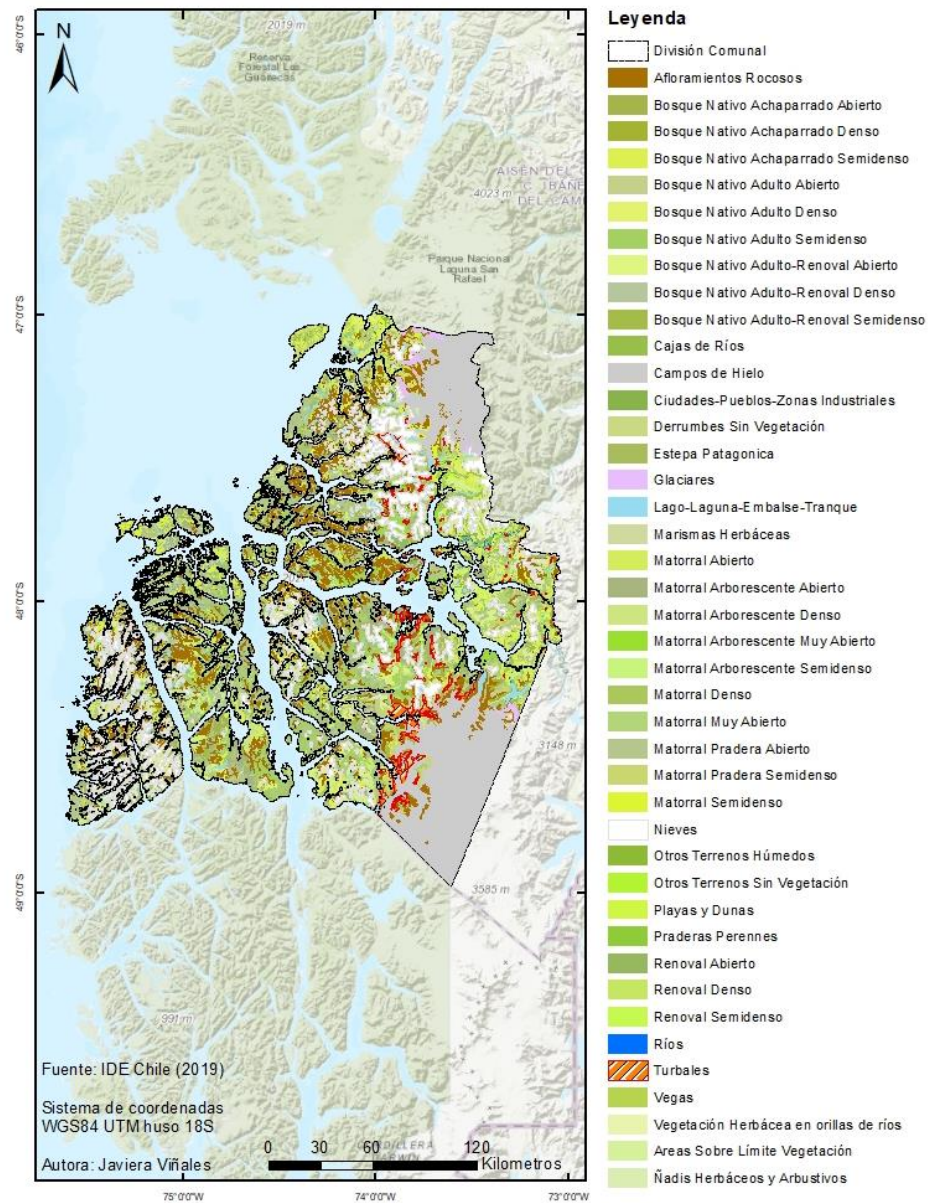
Van Breemen, N. (1995). How Sphagnum bogs down other plants. Trends in Ecology
and Evolution 10:270-275.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0169534795900071>

Villagrán, C. (2002). Flora y vegetación del Parque Nacional Chiloé: Guía de Excursión
Botánica por la Cordillera de Piuché. Corporación Nacional Forestal. Puerto
Montt, Chile. 50 pp.

- Villagra, J. Álvarez, I. Montenegro, D. Ramírez, San Martín, C. (2009). Estudio de la flora líquénica de las turberas de la comuna de Tortel (Región de Aisén), Patagonia chilena. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2009000100005>
- Waddington, J.M., Rochefort, L., Campeau, S., (2003). Sphagnum production and decomposition in a restored cutover peatland. *Wetlands Ecology and Management* 11: 85-95.
https://www.researchgate.net/publication/226154598_Sphagnum_production_and_decomposition_in_a_restored_peatland
- Wildlife Conservation Society (2020). Diseño de una hoja de ruta para la conservación y gestión sustentable de turberas de Chile. Informe final.
<https://humedales.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/02/Hoja-Ruta-Turberas-VF2.pdf>

ANEXOS

Figura N° 45. Usos de tierra en Tortel



Fuente: Elaboración propia, 2021.