

UCH-FC
B. Ambiental
F529
C.1



**FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE PREGRADO – UNIVERSIDAD DE CHILE**

**MODELO CONCEPTUAL PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE
HUMEDALES: CASO DE ESTUDIO EL HUMEDAL DE RÍO CRUCES**

Seminario de Título Entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los
requisitos para optar al título de Biólogo con Mención en Medio Ambiente

STEPHANIE KATHLEEN FISCHER HORMAZÁBAL

Prof. Luisa E. Delgado
Directora del Seminario de Título

Prof. Irma Vila
Co-Directora del Seminario de Título

Julio 2013
Santiago - Chile
ESCUELA DE PREGRADO – FACULTAD DE CIENCIAS



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que
el Seminario de Título, presentado por la Srta.

STEPHANIE KATHLEEN FISCHER HORMAZÁBAL

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para
optar al Título de Biólogo con Mención en Medio Ambiente

Prof. Luisa E. Delgado

Director Seminario de Título

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Luisa E. Delgado', written over a horizontal line.

Prof. Irma Vila P.

Co-Directora

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Irma Vila P.', written over a horizontal line.

Comisión de Evaluación

Dr. David Veliz

Presidente Comisión

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'David Veliz', written over a horizontal line.

Ing. Agr. Rodrigo Fuste

Evaluador

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rodrigo Fuste', written over a horizontal line.



Santiago de Chile, Julio 2013.

BIOGRAFÍA



Nací en Santiago en 1987. Educada en un colegio con fuerte apego a los valores humanos tuve el honor de tener a Lorena Brito como mi profesora de biología, mujer que sembró una semilla de amor por la ecología y el medio ambiente. Luego tuve la suerte de descubrir mi vocación en la carrera de Biología Ambiental en la excelentísima Universidad de Chile, casa de estudio que me formó y donde más tarde realizaría un Diplomado en Restauración

de Ambientes Terrestres. En esta casa también encontré grandes amigos y participé de otras actividades que me llenaron de alegrías y desafíos, entre ellos pertenecer a la RAMUCH y ser parte del proyecto ChileVa!. Con una profunda admiración por la belleza de los humedales, su biodiversidad y la relación con su entorno humano, decidí realizar mi seminario de título en Restauración de Humedales. Actualmente participo como monitora ambiental para colegios en parques de la Precordillera de Santiago y me encuentro en búsqueda de nuevos desafíos.

DEDICATORIA

A mis papis y mis abuelos.

A mis amigos, Benja y Pauli (porque sí se puede).

A mí.

AGRADECIMIENTOS



Gracias infinitas a mis papás y mi hermana por aguantarme cada maña relacionada, directa o indirectamente, con este proceso y por animarme, regalónearme y retarme cuando era necesario.

A mis Campanulides -Josefini, Benja y Mauri- por todas las conversaciones vividas a lo largo de nuestra historia universitaria, las anécdotas y aventuras, por ser mis compañeros infalibles, mis amigos infaltables.

A mis amigos de la vida -Marité, Emma, Pauli y Nico- y mis compañeros del LME - especialmente a Jime, Gabi, Ale y Mari- por las tallas, simpatía, apoyo moral y sin los cuales este proceso no hubiera sido igual. Y a Ricardo "Poci" por tus críticas y aportes, por soportarme como soy y, a pesar de eso, seguir ahí.

A mis profesoras, Luisa Delgado por guiarme en el desarrollo de este trabajo, resolver mis dudas y hacerme trabajar, a Irma Vila, por sus aportes a mi trabajo, consejos y especialmente por su empatía frente a los momentos difíciles de mi vida, su apoyo y su confianza.

Y a todos quienes me ayudaron de una u otra forma a realizar este trabajo.

Este seminario de título fue financiado por el Proyecto FONDECYT N° 1120005, titulado "Desarrollo de un modelo conceptual del sistema complejo sociedad-naturaleza aplicable a zonas rurales: la cuenca del Río Cruces" a cargo de la Profesora Luisa E. Delgado, y llevado a cabo en el Laboratorio de Modelación Ecológica (LME), del departamento de Ciencias ecológicas de la Fac. de Ciencias de la Universidad de Chile.

INDICE DE CONTENIDOS

INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Introducción general	1
1.1.1. Importancia de los humedales y su estado a nivel mundial	3
i. Definición de humedal	3
ii. Su importancia	4
iii. Las amenazas	6
iv. Cambio climático	9
1.1.2. Estrategias, documentos y convenios para el manejo integrado, conservación y restauración de humedales	10
1.1.3. Restauración Ecológica	14
i. Origen de la Restauración	14
ii. Definiciones de Restauración	15
iii. Principios de Restauración y sucesión ecológica	18
1.1.4. Planteamiento del problema	20
2. OBJETIVOS	23
3. METODOLOGÍA	24
3.1. Descripción del área de estudio	24
3.1.1. La subcuenca del Humedal del Río Cruces	24
3.1.2. Hidrología	26
3.1.3. Clima	27
3.1.4. Entorno del humedal	27
3.1.5. Uso del suelo	28
3.2. Obtención y utilización de información	30
3.2.1 Descripción actual del ecosistema	30

3.2.2 Determinar si el ecosistema ha sido degradado, dañado o destruido y la necesidad de hacer restauración	30
3.2.3 Modelo conceptual para la restauración del humedal	31
4. RESULTADOS	33
4.1. Descripción del humedal del Río Cruces	33
4.1.1. Estado ecológico actual	33
4.1.2. Flora	34
4.1.3. Fitoplancton	36
4.1.4. Fauna	37
4.2. Cambios en el ecosistema del humedal del Río Cruces y la necesidad de restauración	40
4.2.1. Relación de la sociedad con el humedal	40
4.2.2. Hipótesis científicas	43
4.2.3. Consejo de Defensa del Estado: Demanda contra CELCO	45
4.2.4. Percepción ciudadana	46
i. Cambios percibidos en el humedal	46
ii. Respecto al daño y a sus probables causas	48
iii. Opiniones respecto a una posible restauración del humedal	50
4.3. Modelo conceptual para la restauración del humedal	51
4.3.1. Enfoque para la restauración: manejo integrado de ecosistemas	52
4.3.2. Bases para una restauración exitosa del humedal	54
i. Requisitos	54
ii. Entrevistas a panel de expertos	55
iii. Qué se quiere restaurar y objetivos de la restauración: análisis de percepción social	58
4.3.3. Modelo ecológico del ecosistema a restaurar	60
i. Modelo ecológico	60
ii. Indicadores para evaluar la restauración del humedal	63
iii. Manejo adaptativo: para evaluar los objetivos de restauración y monitorear el cumplimiento de indicadores	63
4.3.4. Organigrama	64
4.3.5. Funcionamiento del Plan	68
i. Fiscalización	68

ii. Financiamiento del Plan	70
iii. Modo de ejecución del Plan	71
5. DISCUSIÓN	74
5.1. Concepto de Restauración en Chile y sus implicancias	74
5.2. Enfoques de Restauración: el uso de especies exóticas	75
5.3. Participación ciudadana (disposición a pagar) y Ecologismo de los pobres	78
5.4. Inclusión de actores locales en manejo y/o restauración en Chile: ventajas y desafíos	81
5.5. Restauración ecológica: una utopía antropocéntrica y su necesidad	84
6. CONCLUSIONES	87
7. REFERENCIAS	89
8. ANEXOS	98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Actividades e impactos sobre cuerpos de agua	7
Tabla 2.	Definiciones de restauración y otros conceptos asociados	17
Tabla 3.	Clasificación del humedal del río Cruces según su estado trófico y régimen de aguas en distintas épocas de muestreo	34
Tabla 4.	Especies del humedal del río Cruces y alrededores (Muñoz-Pedrerros, 2004. UACH, 2005. CONAF, 2006a)	37
Tabla 5.	Hipótesis respecto a las causas del cambio de Estado del Humedal del río Cruces	43
Tabla 6.	Percepción de los actores locales respecto a las percepciones y expectativas de la restauración del Humedal	49
Tabla 7.	Porcentaje de entrevistados que harían un aporte económico a un plan de conservación del humedal según GSE (Grupo socioeconómico) y montos dispuestos a pagar	51
Tabla 8.	Restauración de componentes y procesos ecosistémicos del Humedal de Río Cruces según CDE y Actores sociales	59
Tabla 9.	Objetivos de restauración del humedal del Río Cruces	59
Tabla 10.	Propuesta de participantes del grupo de restauración del Humedal del Río Cruces	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Funciones y servicios ecosistémicos de los ecosistemas de humedales	5
Figura 2	Aumento en la aparición de (a) libros donde se encuentra en término "restoration ecology" (ecología de la restauración) en la base de datos de la librería University of California Melvyl, y de (b) publicaciones científicas que en el título salgan las palabras "land abandon#" (abandono de tierras, término altamente asociado a la restauración de sitios) (#: distintas terminaciones). Fuente: Extraído de Young, 2000.	15
Figura 3	Restauración ecológica y Rehabilitación ambiental. Modificado de Lamb y Gilmour (2003)	16
Figura 4	Esquema de restauración. En este se muestra las posibilidades de un ecosistema (biomasa, estructura y producción) respecto a una respuesta en el tiempo después de una perturbación. A, Estado inicial. B, Estado perturbado. C, Estado restaurado. D, Estado rehabilitado. B', Estado sin manejo. Fuente: Modificado de Martínez-Ramos y García-Orth, 2007	19
Figura 5	Localización geográfica de la subcuenca y humedal del Río Cruces	25
Figura 6	Patrón de escurrimiento de las aguas en el humedal en función de las mareas. Izq. La llenante, permite que las aguas del canal ingresen a las planicies de inundación. Der. Efecto contrario de la vaciante (Marín y Delgado, 2008b)	27
Figura 7	Catastro vegetacional de CONAF actualizado para la región de Los Ríos 2006 (Verardi, 2012)	29
Figura 8	Luchecillo (<i>Egeria densa</i> Planch) en el Humedal de Río Cruces	35
Figura 9	Potamogeton en el humedal del Río Cruces. Arriba izq. <i>Potamogeton lucens</i> . Arriba der. <i>Potamogeton pectinatus</i> . Abajo, potamogeton en el humedal	36

Figura 10	Aves del humedal del Río Cruces. Arriba, de izq. a der.: Garza cuca, gaviota cahuil, garza grande, bandurrias, huala. Abajo, de izq. a der.: Cisnes de cuello negro (adultos y juveniles), garza boyera, yecos.	38
Figura 11	Abundancia de Cisnes de cuello negro y Taguas. Abundancia mensual de cisnes de cuello negro y taguas, periodo 2005-2011 (Elaboración propia, datos de www.conaf.cl)	39
Figura 12	Abundancia anual promedio de cisnes y taguas, periodo enero-2005 a febrero-2012. (Elaboración propia, datos de www.sinia.cl y www.conaf.cl)	39
Figura 13	Relación de los sistemas sociales con el Humedal del Río Cruces	42
Figura 14	Modelo de restauración para el humedal del Cruces: Propuestas de Medidas de restauración	62
Figura 15	Propuesta de organigrama del grupo de gestión para la restauración del Humedal del Río Cruces	65
Figura 16	Procedimiento para llevar a cabo el plan de restauración del humedal del Río Cruces	73

LISTA DE ABREVIATURAS

CBD: Convenio de Diversidad Biológica

CDE: Consejo de Defensa del Estado

CELCO: Celulosa Arauco y Constitución

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

CONAF: Comisión Nacional Forestal

CONAMA: Comisión Nacional de Medio Ambiente

DGA: Dirección General de Aguas

FONDECYT: Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico

MMA: Ministerio de Medio Ambiente

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

ONG: Organización No Gubernamental

RILes: Residuos Industriales Líquidos

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero

SNASPE: Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado

SERNAPESCA: Servicio Nacional de Pesca

SER: Sociedad de Restauración Ecológica

SEA: Servicio de Evaluación Ambiental

SEIA: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

SEREMI: Secretaría Regional Ministerial

UACH: Universidad Austral de Chile

RESUMEN

Por siglos los seres humanos han estado haciendo uso de los recursos naturales del planeta llegando a un límite en que los impactos sobre los ecosistemas los está llevando a su degradación, generando consecuencias ecológicas, sociales y económicas negativas. Para evitar o controlar esto es posible tomar una serie de medidas para conservar los ecosistemas y su biodiversidad, manejarlos de manera sustentable y recuperar aquellos que han sido degradados. La restauración aparece como una ciencia aplicada que busca recuperar las características y estructura originales de un ecosistema, o al menos recuperar sus funciones o su biodiversidad.

Este seminario de título se enmarcó en el contexto del estudio de la degradación del Humedal del Río Cruces (Valdivia), detectada en el año 2004 y la necesidad de desarrollar y aplicar planes de restauración y manejo para su conservación y uso sustentable. El objetivo principal fue desarrollar un modelo conceptual para su restauración, en base a revisión bibliográfica y entrevistas a un panel de expertos. Se describe el estado ecológico actual del humedal y se definen los requerimientos sociales que sustentan la necesidad de restaurar el ecosistema. Los resultados permiten proponer: a) un modelo ecológico para la restauración del ecosistema en cuanto a su hidrología, propiedades físicas y químicas del sustrato y la respuesta biótica; b) un organigrama del equipo que gestione la restauración del humedal y c) el modo de ejecución del plan de restauración. Se concluye que la ausencia del concepto de restauración en una ley o reglamento que permita sentar sus bases genera inmovilidad institucional y por lo tanto inhibe el desarrollo de planes de restauración, generando dudas respecto al modo de implementar los planes y establecer criterios de

aplicación (ej. uso de especies exóticas, ausencia de líneas base anteriores al daño causado).

Palabras clave: humedal, restauración, biodiversidad, ecosistema, modelo.

ABSTRACT

For centuries humans have been using the natural resources of the planet reaching a limit where impacts on ecosystems are generating their degradation, producing negative ecological, social and economic consequences. Preventing or controlling this process requires taking a series of measures to conserve ecosystems and biodiversity, through sustainable management and the recovery of those that have been degraded. Ecosystem restoration appears as an applied science that seeks to recover the original features and structure of an ecosystem, or at least regain its functions and biodiversity.

This seminar was developed in context of the study of Río Cruces wetland degradation (Valdivia) detected in 2004, and the need to develop and implement restoration and management plans for its conservation and sustainable use. The main objective of this seminar was to develop a conceptual model for restoration, based on literature review, and interviews with a panel of experts. The current wetland ecological status is described, and the social requirements that support the need to restore the ecosystem are defined. The results suggest: a) an ecological model for ecosystem restoration in terms of hydrology, physical and chemical properties of the substrate, and the biotic response, b) an organization chart of the team who should manage wetland restoration, and c) ways to implement the restoration plan.

We conclude that the absence of the concept of restoration in a law or regulation that will lay the groundwork, generates institutional immobility and therefore inhibits the development of restoration plans, raising questions about the way to implement plans

and to establish application criteria (e.g. use of exotic species, absence of a base line prior to damage).

Key words: wetland, restoration, biodiversity, ecosystem, model.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción general

Por siglos los seres humanos han usado los recursos naturales del planeta; sin embargo, este uso ha llegado a un límite en que los impactos sobre los ecosistemas los está llevando a su degradación. Vitale (1983) sostiene que la degradación de la naturaleza en América Latina se inició con la colonización de los españoles quienes nos introdujeron rápidamente al mercado internacional de metales y materias primas. Ello se mantuvo, e incluso se reforzó, tras el inicio de la revolución en América alrededor de 1810, otorgándonos el “carácter de continente monoprodutor de materias primas, afectando la diversidad de los ecosistemas y haciéndolos más vulnerables”, acentuándose luego desde 1930 por el inicio del proceso de industrialización.

Las consecuencias de los impactos antrópicos sobre los distintos ecosistemas se han hecho sentir no sólo a nivel ecológico sino también a nivel social y económico, afectando la calidad de vida de las personas y sus actividades económicas. Esto es posible verificarlo a través de la evocación de la calidad de los ecosistemas de antaño, lo que se conoce como nostalgia ambiental (Delgado y col., 2009). Lo anteriormente mencionado hace que, como sociedad, sugiramos una serie de medidas para conservar nuestros ecosistemas y su biodiversidad (e.g. Reservas Nacionales), manejar otros de una manera sustentable (e.g. manejo integrado de cuencas, planes de ordenamiento territorial) y recuperar aquellos que han sido degradados.

Los humedales son considerados dentro de los ecosistemas más productivos del planeta brindando variados servicios ecosistémicos; sin embargo, son ecosistemas muy sensibles a las perturbaciones (Canicio y col., 2005; Moya y col., 2005; Montes del Olmo y col., 2007), por lo que no han quedado ajenos a los impactos antrópicos. Los efectos sobre ellos han sido múltiples, desde la explotación de sus recursos naturales, invasión por especies exóticas invasoras, contaminación de sus aguas, hasta pérdida de sus funciones y su transformación total producto del relleno para cambiar el uso de suelo (Barbier y col., 1997; Boavida, 1999; Montes del Olmo y col., 2007).

La importancia y magnitud que revisten las perturbaciones de origen antrópico nos ha llevado como sociedad a la necesidad imperante de implementar entre otras acciones, planes de restauración. La restauración es una ciencia y una práctica (SER, 2004) que busca recuperar las características y estructura originales de un ecosistema, o al menos recuperar sus funciones o su biodiversidad. En el mundo existen varias prácticas de restauración en humedales que sientan las bases y sirven de experiencia (Canicio y col., 2005; Montes y col., 2007). En Chile se han realizado algunas experiencias pero no existe un concepto operacional del mismo (no de manera institucional al menos) y donde el manejo de humedales está prácticamente ausente.

Este Seminario de Título se enmarca en el contexto de la degradación de un emblemático humedal del sur de Chile –El Humedal del Río Cruces (Valdivia)- y la necesidad de desarrollar y aplicar planes de restauración y manejo para su conservación y uso sustentable. Su objetivo principal fue desarrollar un modelo conceptual para el desarrollo de un plan de restauración del humedal. Para ello se describe el estado ecológico del humedal y los requerimientos sociales que sustentan

la necesidad de restaurar el ecosistema. Finalmente, se desarrolla y plantea un plan de gestión para articular su restauración.

1.1.1. Importancia de los humedales y su estado a nivel mundial

i. Definición de humedal

El agua es parte esencial de los ecosistemas, afectándolos ya sea por su calidad como por su cantidad (UNESCO, 2003). Pero es de particular importancia en los ecosistemas de humedales ya que su estructura y funciones están determinadas por este elemento.

Comúnmente se habla de humedales para los cuerpos de agua de baja profundidad, lo que concuerda con Ramírez y San Martín (2008), donde se definen a modo general como “unidades de paisaje determinadas por un anegamiento permanente o estacional del suelo... con aguas de escasa profundidad”. Por otra parte, la Convención Ramsar¹ los define como “extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda seis metros”. Existen otras definiciones de humedales. Sin embargo, de todas ellas se puede extraer que corresponden a zonas de transición (que pueden llegar a ser muy extensas) entre ambientes acuáticos y terrestres, mostrando características de ambos y además características propias (Vila y col., 2006). Según la Estrategia Nacional para el Uso Racional y Conservación de Humedales, éstos

¹ www.ramsar.org

“constituyen espacios donde se concentra biodiversidad y son determinantes en el funcionamiento de los ecosistemas y por ende de la vida humana” (CONAMA, 2005).

ii. Su importancia

Los humedales son importantes por la amplia variedad de funciones ecosistémicas y de servicios que prestan a la sociedad (Figura 1). De Groot (2002) define las funciones ecosistémicas como la capacidad de procesos y componentes naturales de proveer bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas, directa o indirectamente; y las divide en cuatro categorías:

- a. *Función de regulación:* capacidad de regular procesos ecosistémicos esenciales y soportar la vida de los sistemas a través de los ciclos biogeoquímicos y otros procesos de la biosfera.
- b. *Función de hábitat:* provee hábitat de refugio y reproducción a animales y plantas, contribuyendo a la conservación de la diversidad biológica y genética y al proceso evolutivo.
- c. *Función de producción:* conversión de la energía, dióxido de carbono, agua y nutrientes en estructuras de carbohidrato que son usadas por los productores secundarios para crear biomas. Esto mediante fotosíntesis y obtención de nutrientes de los autótrofos.
- d. *Función de información:* provee oportunidades de reflexión, enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación y estética.

	Funciones ecosistémicas	Servicios ecosistémicos
Regulación	Suministro de agua	Agua para consumo humano y ganado, uso agrícola e industrial, medio de transporte.
	Retención del suelo	Control de sedimentos, prevención de erosión.
	Prevención de perturbaciones	Control de inundaciones, protección contra tormentas.
	Regulación del clima	Mantenimiento de un clima estable para asentamientos humanos
	Sumidero de carbono	Control de gases invernaderos
	Control de residuos	Retención de nutrientes y contaminantes
Hábitat	Hábitat para vivir flora y fauna	Existencia de especies de uso comercial, caza, pesca, frutos, acuicultura, otros
	Sitios de reproducción para animales y plantas	
Producción	Energía solar en biomasa animal, vegetal, otros.	Alimento, materia prima para construcción y manufactura, combustibles, forraje, decoración.
	Recursos genéticos	Fertilizantes y pesticidas Medicinas
Información	Paisajes	Belleza escénica, fotografía, turismo, actividades científicas, deportes, actividades religiosas y culturales, otros.
	Variadas características naturales	

Figura 1. Funciones y servicios ecosistémicos de los ecosistemas de humedales. Fuente: Elaboración propia en base a Boavida (1999), CEA y CONAMA (2006), Daily (1990) y De Groot (2002).

Nahuelhual y Núñez (2010) describen los beneficios y servicios ecosistémicos de dos Parques Nacionales del sur de Chile. Estos autores calcularon el beneficio económico de los visitantes al visitar los parques (excedente del consumidor), donde la mayor oferta de actividades turísticas está vinculada al agua y el beneficio corresponde a USD 46 por persona. Esto significa que los visitantes estarían dispuestos a pagar más por actividades vinculadas al agua en estos parques, otorgando un valor al uso de los humedales.

iii. Las amenazas

Pese al valor ecológico y social de los humedales, son frecuentes las perturbaciones de origen antrópico. El principal causante de deterioro del ecosistema es la ausencia de medidas de manejo sobre el recurso (Correa-Araneda y col., 2011). En general, ríos y lagos son usados como transportadores y receptores de desechos (Lindig-Cisneros y Zambrano, 2007) o caminos que cruzan humedales someros desestabilizando la forma del suelo, aumentando la sedimentación, alterando el régimen hidrológico y movimiento de organismos acuáticos (Aizman, 2007). Otras actividades que dejan desechos o transforman la estructura y funciones de los cuerpos de agua se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Actividades e impactos sobre cuerpos de agua.

Actividades	Impactos	Ejemplos
Piscicultura	Acumulación de desechos modifican la calidad de agua. Introducción de especies exóticas (ej. salmón). Uso de antibióticos.	Pardo y col. 2006.
Represas	Transformación del cauce del río, modificación de la carga de sedimentos y cambios microclimáticos. Afecta la dinámica de la cuenca y la biodiversidad.	White y col. 2002. Baigún y Oldani, 2005.
Navegación	Manchas de aceite en el espejo de agua y derrames de petróleo afectan la calidad de agua, flora y fauna. Ingreso de contaminantes al sistema.	Figuroa, 2004.
Ganadería y agricultura	El uso de pesticidas y fertilizantes, y los desechos de ganado pueden llegar a los cuerpos de agua aumentando el nivel de nutrientes e iniciando el proceso de eutrofización. También va asociado a cambios de cobertura de suelos y drenaje de humedales para crear praderas agrícolas o para ganado.	Peña-Cortéz y col., 2006. Oyarzún y Huber, 2003.
Crecimiento urbano	Dragado o relleno de humedales para construcción de conjuntos habitacionales e industrias.	Osorio, 2009.
Dragado y Sedimentación	Colmatan y llenan de sedimentos las aguas, disminuyendo la penetración de la luz necesaria para la fotosíntesis de vegetación semi-sumergida.	Marín y col. 2009
Alcantarillado y vertedero	Contamina las riberas y afecta la calidad de agua con los respectivos efectos sobre la biodiversidad. Introduce contaminantes, modifica el pH.	Rodríguez y col. 2007. Fonturbel, 2005.

Una de las grandes amenazas sobre los humedales es el desconocimiento sobre su funcionamiento, sus especies asociadas y sobre la reacción a perturbaciones de origen antrópico (Correa-Araneda y col., 2011) que generan vacíos a la hora de analizar la trayectoria que éstos seguirán tras una perturbación. Los efectos de las perturbaciones sobre humedales pueden ser muy variados según las características de cada uno de ellos. Por ejemplo, un humedal es más sensible a cambios en el nivel de agua que lagunas más profundas (Comin y Williams 1994; en Correa-Araneda y col., 2011). Estas perturbaciones pueden afectar tanto los sitios aledaños a un humedal como a la propia columna de agua, modificando los parámetros de sedimentos en suspensión (afecta la penetración de la luz), temperatura y pH del agua afectando los ciclos de vida de algunas especies y disponibilidad de compuestos químicos (Schor-Fumbarov y col., 2003 en Figueroa, 2004; Barko y Smart, 1981) y aumento de nutrientes (Quirós y col. 2005; Osorio, 2009; Abarca, 2007).

Existen muchos casos de deterioro de humedales en Chile, sobre todo los que se encuentran en zonas urbanas. Un ejemplo de esto ocurre en la Región Metropolitana (comuna de Lampa) en la Laguna Batuco, que se ve afectada cada año por la expansión urbana, extracción de áridos, dragado artificial, recepción de efluente de una planta de tratamiento de aguas servidas y desvío de aguas desde su afluente principal hacia un fundo aledaño. Si bien la comunidad ha luchado por este humedal con la creación de grupos de defensa como Batuco Sustentable, no ha sido suficiente para detener las amenazas sobre este humedal (Fox, 2011).

iv. Cambio Climático

Además de las amenazas directas ya mencionadas, el cambio climático genera impactos sobre estos ecosistemas. El calentamiento global se asocia a una serie de anomalías en el comportamiento del clima en casi todo el mundo que incluyen aumento de las temperaturas medias, aumento del nivel del mar y mayor ocurrencia de sequías e inundaciones (Moya y col., 2005).

Existen varios estudios e informes que describen los impactos en humedales asociados al cambio climático (Lorente y col., 2004; Agència Catalana de l'Aigua, 2009; Bates y col., 2008; Magaña, 2007; Ramsar, 2010; Samper y col. 2011). Algunos de los impactos descritos sobre los humedales son: a) la disminución de los recursos hídricos que mantienen los humedales (debido a la disminución de precipitaciones en algunas zonas), b) aumento de la evaporación desde el cuerpo de agua (debido al aumento de las temperaturas), c) subida del nivel medio del mar por expansión térmica del agua, d) derretimiento de permafrost y glaciares asociados a humedales. Todo esto modificaría al menos las dinámicas hidrológicas, salinidad, disponibilidad de nutrientes y compuestos en el cuerpo de agua, volumen de agua y caudal, la producción del ecosistema, mortalidad y/o migración de especies. (Ayala-Carcedo, 2002; Moya y col. 2005; Perotti y col. 2005).

Ayala-Carcedo (2002) explica que el cambio climático incidirá directamente sobre el agua de los humedales, tanto en su cantidad y régimen como en calidad. Por un lado, el estudio de Bó y Málvarez (1999) muestra los efectos de pulsos de inundación anómalos y extremos en la cuenca de aporte del río Paraná (Argentina) producto de un aumento de las precipitaciones asociado al cambio climático. Este pulso anómalo

modifica la estructura del hábitat (ej. pérdida de sitios de reproducción y refugio, aumento del nivel del agua) y, por ende, de la comunidad (pérdida de gran parte de la población de cuis, aumento de la población de nutrias). Y como contraparte, en sitios donde el nivel del agua disminuya, habrá diversos efectos sobre la biodiversidad, por ejemplo, una mayor exposición de las puestas de anfibios a la radiación ultravioleta que las hace más vulnerables a infecciones por hongos (debilitamiento inmunológico), resultando en una mortalidad masiva (Lorente y col., 2004).

1.1.2. Estrategias, documentos y convenios para el manejo integrado, conservación y restauración de humedales

Dada la importancia de estos ecosistemas para la vida humana, el medio ambiente y la variedad de amenazas sobre ellos, surgió la necesidad a nivel internacional y nacional de crear instrumentos para su manejo. A nivel internacional, nace en 1971 en la ciudad de Ramsar (Irán), una de las iniciativas más relevantes para la conservación de humedales: la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas", más conocida como Convención Ramsar. Este es un tratado intergubernamental en el cual los países (160 partes contratantes) se comprometen a mantener las características ecológicas de sus humedales de importancia internacional y hacer un uso racional o sostenible de ellos². Chile ratifica en convenio en Julio de 1981 y pasa a ser ley de la República en Noviembre del mismo año.

² www.Ramsar.org

Bajo esta Convención se creó una lista de humedales que tienen un valor significativo tanto para los países que los albergan como para toda la humanidad (importancia ecológica, botánica, zoológica, limnológica o hidrológica). Una clasificación importante dentro de esta lista corresponde al Registro de Montreux, que corresponde a humedales en los que "se hubiera producido, se estuviera produciendo o pudieran producirse modificaciones en las condiciones ecológicas como consecuencia del desarrollo tecnológico, de la contaminación o de cualquier otra intervención del hombre"². Chile tiene 12 sitios Ramsar que suman 358989 hectáreas, registrando el Santuario Carlos Anwandter (Humedal del Río Cruces, Valdivia) dentro del registro de Montreux².

Por otra parte, el Convenio de Diversidad Biológica³ (CBD por sus siglas en inglés) abarca temas más generales sobre la conservación y uso de la biodiversidad, pero toca aspectos fundamentales para los humedales. Firmado en 1992 en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro por 150 países (actualmente son 193 partes), los objetivos que persigue son la conservación de la biodiversidad, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. También se desarrollan programas de trabajo para los principales biomas entre los que se encuentran el programa para biodiversidad de aguas continentales y el de biodiversidad marina y costera. Entre las medidas que las partes contratantes se comprometen a implementar está la elaboración de estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptar para ese fin las estrategias, planes o programas existentes. Además se compromete a rehabilitar y restaurar ecosistemas

³ www.cbd.int

degradados y promover la recuperación de especies amenazadas. El CBD fue ratificado por Chile en 1994.

Un tercer convenio con influencia sobre los humedales es la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres⁴, CITES por sus siglas en inglés, que vela por que el comercio internacional de especies no amenace su supervivencia. Algunas especies del listado CITES que se encuentran en los humedales de Chile son el cisne de cuello negro, cisne coscoroba, chungungo y huillín entre otros. Este convenio entró en vigor en Chile en Julio de 1975, las autoridades administrativas son SAG, CONAF y SERNAPESCA.

Aunque escasas y precarias hay algunas leyes que contribuyen a la formación y práctica de la restauración en Chile; éstas operan principalmente a través de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19300, modificada por la Ley 20417) que sienta algunas bases para la protección de la biodiversidad y su restauración (ver anexo 1). Por otra parte, el país cuenta con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) que representa la principal herramienta de protección de la biodiversidad (Correa-Araneda y col. 2011), la Ley sobre Bosque Nativo y Fomento Forestal (Ley N° 20283) y su reglamento (Decreto 93), el decreto de la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (Decreto 259), Normas de Calidad de Agua, la Norma chilena oficial 1333 sobre requisitos de calidad del agua para diferentes usos, la Ley 3.133 y su Reglamento (DS N° 351, de 1992) para RILes (residuos industriales líquidos), entre otros.

⁴www.cites.org

En 2003 la Estrategia Nacional para el Uso Racional y Conservación de Humedales, establece los lineamientos de conservación de los humedales nacionales y da pie a la creación de planes de acción para aplicar un manejo adecuado a las características y amenazas de los humedales (MMA, 2013). El objetivo general de la estrategia es “promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile y de sus funciones y beneficios en un marco de desarrollo sustentable”. Sus objetivos específicos están principalmente relacionados con integrar la participación de distintos actores en los planes de conservación y uso sustentable de los humedales, mejorar el conocimiento sobre ellos e implementar un marco de acción legal e institucional. Bajo estas premisas, se creó en Febrero del 2006 el Comité Nacional de Humedales (inicialmente coordinado por CONAMA y con CONAF en la subsecretaría técnica) encargado de coordinar y supervisar acciones de conservación a nivel nacional e internacional, además es el encargado de ver bajo qué criterios se nominará a un humedal como “Humedal Prioritario” y de los planes de acción de la estrategia.

Torres-Gómez (2012) indica que pese a la existencia de varios instrumentos de gestión para humedales (como los descritos) su implementación ha sido escasa, no existe en los organismos de gobierno la suficiente capacidad de aplicación, fiscalización y monitoreo, existe incompatibilidad con actividades de otros sectores del Estado, conflicto de intereses político-social-económicos, falta de información y carencia de personal especializado.

1.1.3. Restauración Ecológica

i. Origen de la restauración

La ecología de la restauración es una rama de la ecología que nace como una forma de contribuir con el cuidado del medio ambiente, manejarlo y recuperar los espacios que han sido modificados, dañados o destruidos. La forma en que se aplica se conoce como "restauración ecológica". Una de las iniciativas más conocidas surge en Estados Unidos entre 1934 y 1948 en una pradera de la Universidad de Wisconsin, donde John Curtis y Aldo Leopold realizaron una serie de modificaciones para estudiar los estados sucesionales asociados a la restauración (Carabias y col., 2007, Aizman, 2007; Higgs, 1997; Noss y col., 2006; Berger, 1990).

Pese a que la restauración es una ciencia joven (Apostol y Sinclair, 2006; Berger, 1990; Noss y col. 2006) ya existen instituciones – SER (Sociedad para la Restauración Ecológica), RedLan, European Center for River Restoration, Global Restoration Network- y revistas – los primeros boletines relacionados con restauración fueron "*Restoration and Management Notes*", del *Aboretum* de la Universidad de Wisconsin en 1981, y "*Restoration Ecology*" lanzada en 1993 por SER, además *Ecological Restoration* y *Restoration Ecology*- que tratan específicamente el tema. A los que se van sumando cada vez más libros y artículos (Young, 2000), demostrando que la restauración se hace cada vez más necesaria y que está aumentando con el paso del tiempo. La base de datos analizada va desde 1986 a 1998 (Fig. 2a) y de 1989 a 1998 en la (Fig. 2b).

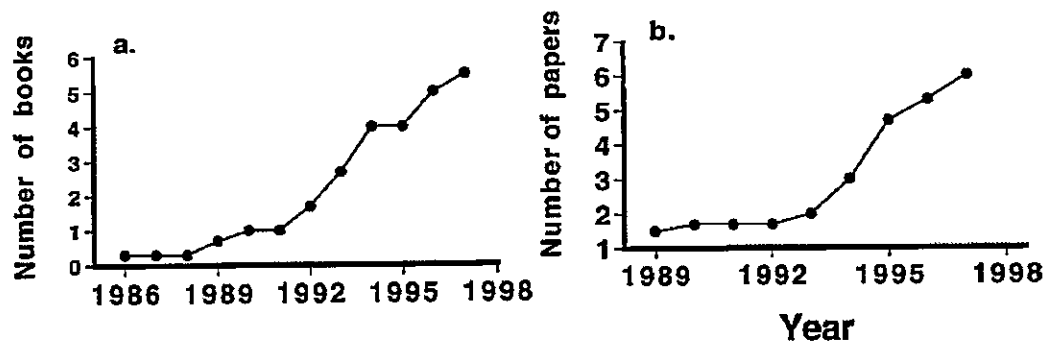


Figura 2. Aumento en la aparición de (a) libros donde se encuentra en término "restoration ecology" (ecología de la restauración) en la base de datos de la librería University of California Melvyl, y de (b) publicaciones científicas que en el título salgan las palabras "land abandon#" (abandono de tierras, término altamente asociado a la restauración de sitios) (#: distintas terminaciones). Fuente: Extraído de Young, 2000.

ii. Definiciones de restauración

Se puede decir que la restauración tiene distintas definiciones según los planes que tenga el gestor para determinado sitio (Tabla 2). A modo general, se habla de restauración cuando se pretende devolver al sistema sus características (funciones y/o componentes) originales o previas a una perturbación dada. Y se habla de rehabilitación cuando se pretende recuperar funciones, componentes o estructuras útiles del sistema, sin que esto implique necesariamente recuperar sus características originales. La Figura 3 muestra la diferencia entre restauración ecológica y rehabilitación ambiental. En esta figura, el sistema se encuentra en un estado inicial (A) (punto verde) con determinadas características (biomasa, estructura, producción, biodiversidad) que se pierden producto de una perturbación pasando a un estado B de

“menor calidad” (punto rojo). La restauración ecológica pretende devolver el sistema del estado B a su estado original A. La rehabilitación recupera estructura, biomasa y parte de la riqueza de especies, pero no toda, llevándolo a un estado C (punto azul).

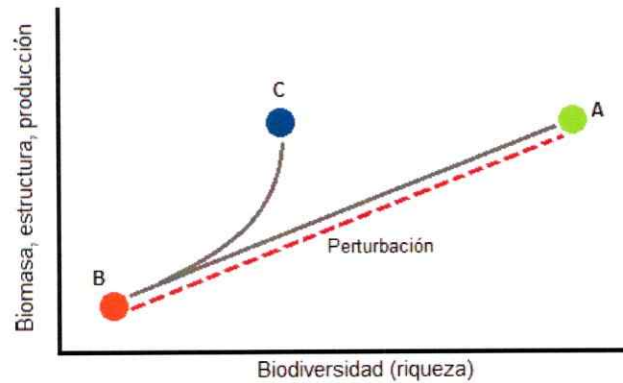


Figura 3. Restauración ecológica y Rehabilitación ambiental. Modificado de Lamb y Gilmour (2003).

Independiente del tipo de estrategia por la que se opte, la práctica de la restauración es caso-específica y depende del tipo de ecosistema y su entorno, tipo de afectación y su magnitud y de la escala espacial de aplicación (Carabias y col., 2007). Por ello, no se puede aplicar a todos los casos los mismos criterios y medidas (Noss y col., 2006) y menos esperar que se obtengan los mismos resultados en distintos sistemas.

El concepto de restauración que se utiliza específicamente para este trabajo se basa en las definiciones de Lindig-Cisneros y Zambrano (2009) y de SER (2004) (Tabla 2). Por tanto se entenderá por restauración de aquí en adelante al proceso de crear o propiciar condiciones determinadas de un sistema (que considere funciones y/o componentes y/o estructura) en un sitio establecido por el gestor, definidas en base a un sistema de referencia.

Tabla 2. Definiciones de restauración y otros conceptos asociados.

Definición	Referencia
Restauración	
(Ecológica) Es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema (que ha sido degradado, dañado o destruido) con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Incluye el restablecimiento de la integridad biótica preexistente en términos de composición de especies y estructura de la comunidad para que continúe con su trayectoria histórica	SER Internacional (2004)
(Ambiental) Conjunto de acciones o manipulaciones planificadas que conforman una estrategia para mejorar las condiciones del sistema, incrementar su calidad ambiental y revertir factores adversos.	Carabias, Arriaga y Cervantes-Gutiérrez (2007)
Recrear un ecosistema lo más cercano posible al que existía originalmente en el sitio (en cuanto a especies de animales y plantas, estructura y productividad).	Lamb y Gilmour (2003)
Rehabilitación	
Enfatiza la reparación de los procesos, la productividad y los servicios de un ecosistema	SER Internacional (2004)
Cuando la productividad o estructura originales son recuperadas pero no toda la biodiversidad. Recuperar algunas funciones del sistema de modo que pueda sostenerse, pero sin necesariamente devolver la composición (en cuanto a especies existentes), pudiendo incluso introducir especies exóticas. Intenta reducir los procesos de degradación de un sitio y mejorar la productividad para otros propósitos (ej. Producción, vivienda, intereses naturales y sociales), aumentando los valores estéticos, económicos y ecológicos.	Lamb y Gilmour (2003)
Busca crear las condiciones adecuadas para que el sistema tenga ciertas funciones específicas; en cierto sentido se le puede considerar como una restauración parcial o incompleta.	Lindig-Cisneros y Zambrano (2009)
Recuperación	
Concepto usado dentro de la Restauración, cuando un ecosistema contiene suficientes recursos bióticos y abióticos como para continuar su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional.	SER Internacional (2004)
Reclamación	
Utilizado en el contexto de la minería, sus objetivos principales son la estabilización del terreno, propiciar la seguridad pública, mejorar la estética y hacer útiles las tierras.	SER Internacional (2004)
Recupera la productividad y estructura pero no la biodiversidad. Genera pocos o nulos beneficios para la biodiversidad, pero tiene beneficios socioeconómicos o mejoras funcionales.	Lamb y Gilmour (2003)
Reparación	
La acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas	Ley 19300 sobre Bases Generales de Medio Ambiente, Gobierno de Chile (2010)

iii. Principios de restauración y sucesión ecológica

La restauración se basa principalmente en dos principios: i) la eliminación o manejo de las amenazas sobre el sitio de modo que el resultado perdure en el tiempo y, ii) la teoría de sucesión ecológica. La sucesión ecológica corresponde a los cambios temporales que se presentan en la estructura, composición y funciones de un ecosistema tras sufrir una perturbación (Martínez-Ramos y García-Orth, 2007). La sucesión comienza con especies pioneras que colonizan el sitio modificando las condiciones bióticas y abióticas que facilitan el establecimiento posterior de nuevas especies y así sucesivamente hasta llegar a un estado clímax que depende del clima predominante en la zona. Los cambios y la velocidad a la que éstos ocurren dependen de la naturaleza de la perturbación y de las propiedades propias del sistema (resiliencia y resistencia) que le permiten llegar al estado previo o a uno distinto del original (Martínez-Ramos y García-Orth, 2007).

Cuando las perturbaciones no pasan el umbral de degradación del sistema, éste puede recuperar por sí mismo sus características. Pero cuando la perturbación sobrepasa dicho umbral y el sistema no es capaz de volver a su estado original o demora mucho tiempo en lograrlo, se implementan medidas de restauración como una forma de apoyo que permite emular condiciones para que continúe con su trayectoria histórica (Lindig-Cisneros y Zambrano, 2009; Sánchez, 2005). En la Figura 4, el ecosistema en el estado A sufre una perturbación que lo lleva al estado B. El sistema tiene la capacidad de volver al estado original a través de la sucesión ecológica natural, pero si la perturbación sobrepasa el umbral de degradación del sistema, éste no podrá

recuperarse y se mantendrá en un estado degradado B'. La rehabilitación puede recuperarlo hasta un estado D. La restauración puede llevarlo de vuelta al estado similar al original (punto C).

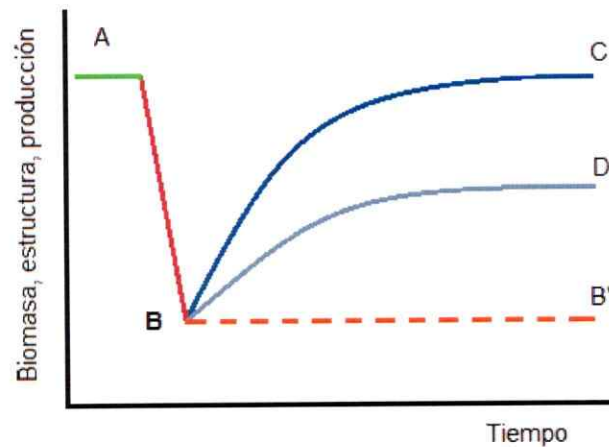


Figura 4. Esquema de restauración. En este se muestra las posibilidades de un ecosistema (biomasa, estructura y producción) respecto a una respuesta en el tiempo después de una perturbación. A, Estado inicial. B, Estado perturbado. C, Estado restaurado. D, Estado rehabilitado. B', Estado sin manejo. Fuente: Modificado de Martínez-Ramos y García-Orth, 2007

Conocer la sucesión ecológica de un ecosistema, es decir su trayectoria, significa identificar las etapas por las cuales es más fácil conseguir que el sistema se recupere, establecer objetivos de recuperación y ahorrar en medidas de restauración innecesarias. De todas formas, se debe recalcar que pese a que el ecosistema parece seguir una trayectoria determinada por condiciones de estabilidad física por un lapso de tiempo largo (que genera una estructura general reconocible del ecosistema), esto no significa que se encuentre en un estado estático de equilibrio, sino en flujo, con etapas de cambios paulatinos y otros drásticos (Sánchez, 2005). Esto hace de la teoría

de sucesión ecológica una práctica más tradicional en la implementación de planes de restauración.

En ocasiones el ecosistema ha sido transformado a un punto tal que no es capaz de recuperar sus funciones o componentes originales (Lindig-Cisneros y Zambrano, 2009; Martínez, 1996) ni retornar a la trayectoria conocida. En este caso se deberá invertir en esfuerzos y recursos económicos para poder recuperarlo (ej. Tranques de relaves) y de no ser esto posible, optar por otras estrategias como la rehabilitación, reclamación o creación de ecosistemas.

1.1.4. Planteamiento de Problema

El humedal del Río Cruces, ubicado en Valdivia, Región de los Ríos en el sur de Chile, se originó por el hundimiento de praderas agrícolas aledañas al cauce del río homónimo en el año 1960, causado por el terremoto de 9 grados Richter, que azotó a la ciudad de Valdivia. Esta área inundada fue posteriormente poblada por una amplia diversidad de aves, entre las que destacan las taguas y cisnes de cuello negro, transformándose en un lugar de encuentro para actividades científicas, turísticas y recreación (Marín y Delgado, 2008a).

El humedal es uno de los 12 humedales chilenos ingresados en la lista de Ramsar como "Santuario de la Naturaleza Carlos Anwanter" en el año 1981 y posteriormente

declarado como Santuario de la Naturaleza Río Cruces por el Consejo de Monumentos Nacionales⁵.

Durante el año 2004 ocurrió en el humedal un cambio de régimen desde aguas claras a aguas turbias, junto a la emblemática muerte y emigración de cisnes de cuello negro (Marín y col., 2009; García y col., 2006). Algunos informes y publicaciones (ver más adelante) propusieron que esto se debió a una disminución de la cobertura de Luchecillo (*Egeria densa*, planta principal fuente de alimento) afectando también a otras aves presentes en el humedal (*Fulica armillata*, *F. leucoptera* y *F. rufifrons*). Este hecho resultó en la incorporación del humedal a la lista de Montreux de Ramsar⁶.

El problema ecológico detectado por diversos actores locales (Delgado y col., 2009) y denunciado por el movimiento ambiental "Acción por los Cisnes"⁷ repercutió en distintos niveles de la sociedad, ya sea por la afectación al uso directo de sus servicios ecosistémicos como a la responsabilidad frente a su protección y abarcó más allá de aspectos técnicos y científicos, presentando implicancias políticas, sociales y judiciales (García y col., 2006).

Un informe de la Universidad Austral de Chile (UACH, 2005) responsabilizó a la empresa de celulosa ARAUCO y CONSTITUCIÓN por los daños ambientales del humedal. Esta empresa había iniciado sus faenas a principios del 2004, vertiendo RILes que requerían tratamientos secundarios que fueron aplicados en forma irregular.

Como resultado del relato científico, social y judicial, los distintos actores sociales percibieron este hecho de distintas formas, tanto individual como colectivamente, a

⁵ <http://www.conaf.cl/parques/seccion-plan-gestion-ambiental-rio-cruces.html>

⁶ www.ramsar.org

⁷ www.accionporloscisnes.org

nivel social, económico y ecológico, y a nivel local y nacional (Delgado y col., 2009; García y col., 2006). Para los actores locales según la encuesta realizada por LME-PULSO (2008) la restauración del humedal del río Cruces es importante ya que éstos percibieron que su calidad de vida sufrió un detrimento al igual que los componentes y procesos del humedal. La restauración de este ecosistema guarda también una importancia desde un punto de vista jurídico ya que se presentó, por parte del Estado de Chile, una demanda por daño ambiental, entendiéndose por daño ambiental “toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes⁸”.

Sobre esta base, el objetivo de este seminario de título fue desarrollar un modelo conceptual para la restauración ecológica del Humedal del Río Cruces, en base al análisis de información existente, puesto que el problema y/o conflicto ambiental no está solucionado (e.g. falta de consenso o acuerdos) y existe en curso una situación legal ambiental no finalizada.

⁸ Ley sobre bases generales del Medio Ambiente, Ley N° 19300, modificada por la ley N° 20417. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. 2010.

2. OBJETIVOS

Objetivo general:

Desarrollar un modelo conceptual para la restauración del Humedal del Río Cruces.

Objetivos específicos:

- a. Describir el ecosistema en su estado actual.
- b. Determinar si el ecosistema del humedal del Río Cruces, ha sido degradado, dañado o destruido y la necesidad de restaurarlo.
- c. Generar un modelo conceptual para la restauración del humedal.

3. METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 La subcuenca del Humedal del Río Cruces

La unidad de estudio correspondió a la subcuenca del Río Cruces, la cual comprende un área aproximada de 341407 ha y se ubica entre dos regiones administrativas de Chile, la IX región de la Araucanía y la XIV región de los Ríos (Figura 5). Tras un recorrido de cerca de 125 km de noreste a suroeste en la Región de Los Ríos, el Río Cruces en su tramo final da nacimiento al humedal del mismo nombre entre las comunas de Valdivia y San José de la Mariquina (zona costera de Valdivia, ca. 40° latitud sur). El humedal se formó debido al terremoto de 1960 que generó el hundimiento y consecuente anegamiento de tierras aledañas al tramo final de los ríos Cayumapu, Pichoy y Cruces, zonas que formaban parte de campos agrícolas, praderas y áreas boscosas (Schlatter y Sielfeld, 1998).

El Santuario de la Naturaleza del Río Cruces se ubica al norte de la ciudad de Valdivia con coordenadas 39° 41' S 73° 11' O. Su superficie alcanza a 4.877 hectáreas (Di Marzio & MacInnes, 2005). Posee una extensión de 25 Km y un ancho promedio de 2 Km. Pertenece a la cuenca hidrográfica del Río Cruces e incluye los lechos, islas, riberas y bañados de los ríos Cruces y Chorocamayo.

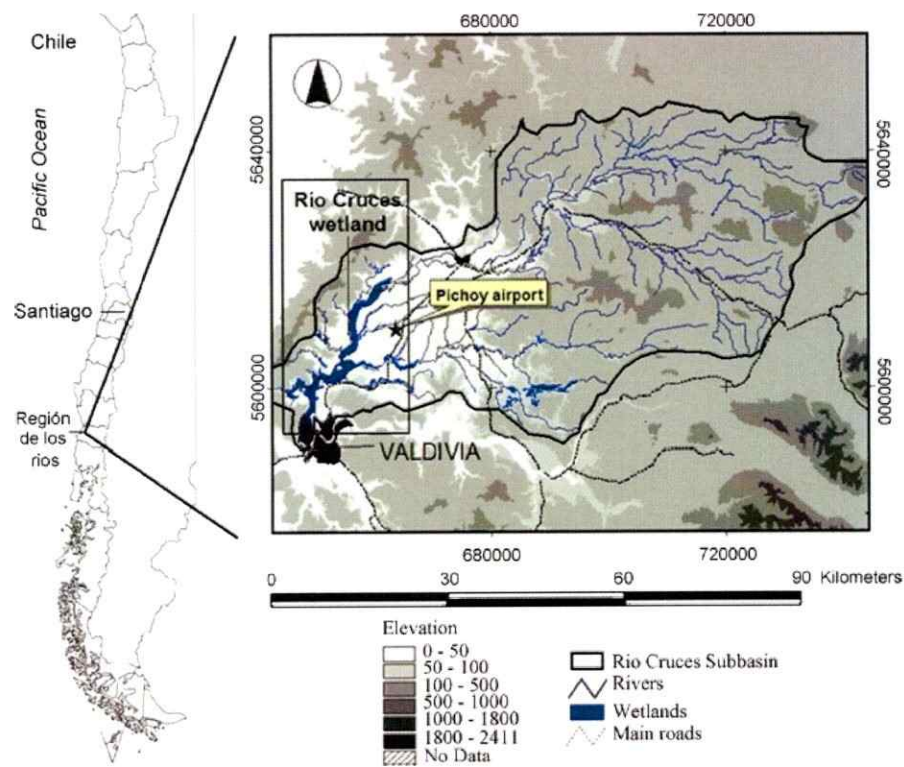


Figura 5. Localización geográfica de la subcuenca y humedal del Rio Cruces.

El río Cruces se encuentra ubicado en la depresión de San José que separa los relieves oriental y occidental de la Cordillera de la Costa. Es un ecosistema formado por planicies de inundación temporales (en un 82%) (Marín y col., 2009) que recibe los aportes marinos desde el estuario (sección final del humedal) y lóticos de los ríos Cuyinhue, Nanihue, Cudico, Pailapifil, San Antonio, Pichoy, Cayumapu, Cau-Cau, Santa María y los esteros Santa Rosa, San Ramón y Ralicura (CONAF, 2006b).

3.1.2 Hidrología

El humedal posee cauces de aguas tranquilas y profundas con sustrato fangoso constituido por arena, limo y abundante sedimento orgánico. Estos ambientes lóticos están bordeados por bañados, lugares inundados permanentemente con aguas someras, de mucho sedimento orgánico en el sustrato y con una abundante vegetación acuática y palustre. Los bañados, que tienen mayor extensión que los mismos cauces, están bajo la influencia periódica de aguas oceánicas por acción de las mareas y son mantenidos como tales por la abundante precipitación de la región (San Martín et. al., 1993).

Este ecosistema posee dos regiones con comportamiento hidráulico distinto, una corresponde al cauce por donde corría el río Cruces antes del terremoto (2-6 m de profundidad) y la otra corresponde a las planicies de inundación aledañas generadas post-terremoto (0.5- 2 m de profundidad; Marín y Delgado, 2008b). Debido a los distintos aportes, los procesos de inundación en el humedal varían diariamente (dinámicas de mareas desde el mar en la zona del estuario; Figura 6) y estacionalmente (CONAF, 2006b; Marín y Delgado, 2008b).

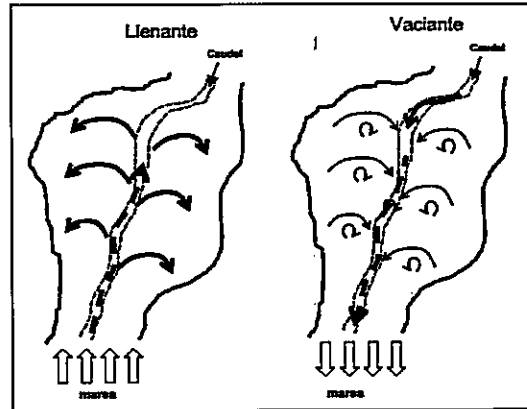


Figura 6. Patrón de escurrimiento de las aguas en el humedal en función de las mareas. Izq. La llenante, permite que las aguas del canal ingresen a las planicies de inundación. Der. Efecto contrario de la vaciante (Marín y Delgado, 2008b)

3.1.3 Clima

La zona presenta un clima templado lluvioso, las temperaturas máximas en verano varían entre 18° y 25° C en verano y de 10° a 13°C en invierno, con un promedio anual de precipitaciones de 1791 mm (± 370 mm) y de temperatura mínima de 7.5°C (± 0.5 °C). Las precipitaciones son bajas entre fines de Octubre y Marzo (Marín, comunicación personal) incrementando en Abril, y la temperatura disminuye desde enero hasta finales de Abril (verano a mediados de otoño) (Marín y col., 2009).

3.1.4 Entorno del humedal

De acuerdo a la clasificación de Gajardo (1994) las formaciones vegetales presentes para la zona de estudio son: a) Bosque caducifolio del sur, que ocupa la

depresión intermedia y las laderas bajas de ambas cordilleras. Ha sido remplazado casi en su totalidad por cultivos y praderas, encontrándose en condiciones marginales y en un estado muy modificado. En su composición florística destacan las especies de tipo laurifolio; b) Bosque laurifolio de Valdivia, que ocupa ambas vertientes de la cordillera de la Costa. Destaca la presencia de especies como el olivillo (*Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pav.) y ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.). Sus condiciones más favorables de temperatura, especialmente estivales, permiten una mayor diversidad florística y la penetración en las vertientes orientales de especies pertenecientes al bosque caducifolio, especialmente aquellas de los bosques de roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst).

3.1.5 Uso del suelo

Con una proyección de población de 181534 personas en las comunas de Valdivia y Mariquina para el año 2012 (www.inelosrios.cl), el mayor uso de suelo en la cuenca del río Cruces está dado por el desarrollo agrícola (Verardi, 2012), principalmente en el sector nororiente, y uso agropecuario y forestal hacia el lado occidental del humedal (Muñoz-Pedreros y col. 2012). En ella, la zona de praderas y matorrales ocupa un 47% del área, 30% bosque nativo, 18% plantaciones exóticas y 5% a zonas urbanas, zonas sin vegetación, cuerpos de agua y humedales. Donde zonas agrícolas, praderas y centros poblados se ubican en las planicies aledañas al río, y el bosque nativo y exótico en pendientes mayores en zonas altas de la cuenca (Marín y Delgado, 2008b).

El bosque (nativo y exótico) se encuentra principalmente en las zonas más altas de la subcuenca, donde las pendientes son mayores (Fig. 7). Los remanentes de

bosque nativo que se pueden encontrar en la subcuenca pertenecen a varias regiones vegetales: bosque Caducifolio del llano, bosque caducifolio andino, bosque laurifolio de Valdivia y bosque siempre verde con coníferas (Gajardo, 1994).

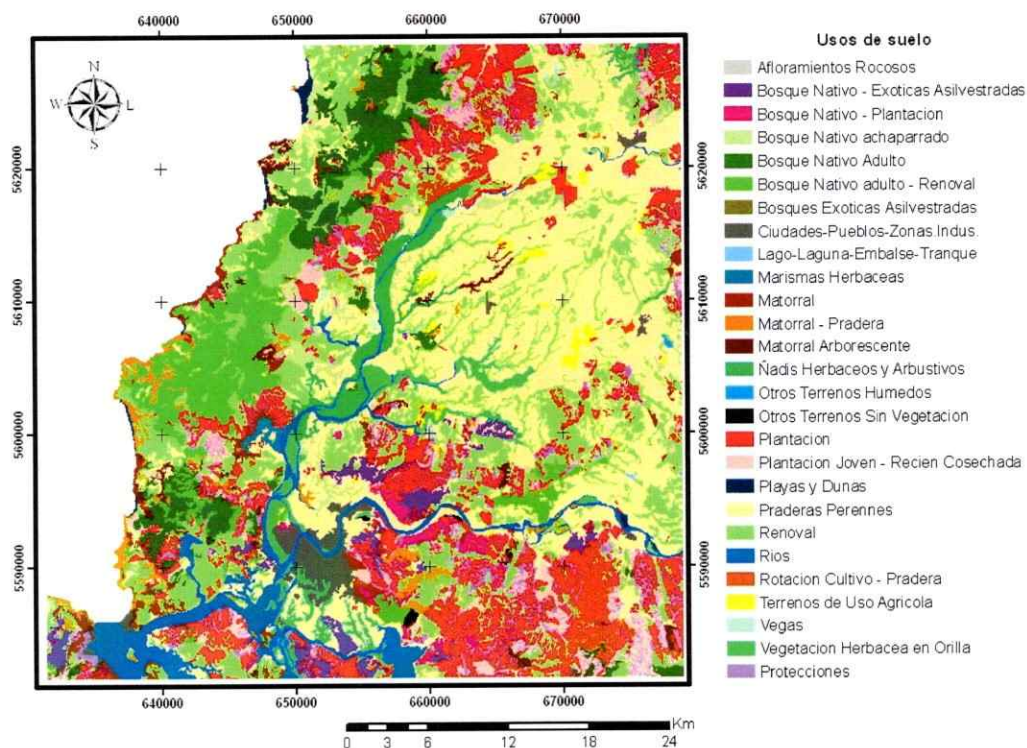


Figura 7. Catastro vegetal de CONAF actualizado para la región de Los Ríos 2006 (Verardi, 2012).

3.2 Obtención y utilización de información

3.2.1 Descripción actual del ecosistema.

Este ítem se desarrolló en base a una revisión bibliográfica de las características ecológicas actuales (2010-2012) del humedal, principalmente con datos obtenidos entre los años 2011 y 2012 por el grupo de investigación del proyecto FONDECYT 1110077 (Marín, datos no publicados). La flora y fauna se analizó en base a publicaciones que surgieron a partir del año 2004 (ya que no hay listados actuales completos) de flora o fauna y con informes de censos de aves mensuales de CONAF publicados en www.sinia.cl y www.conaf.cl.

3.2.2 Determinar si el ecosistema del humedal del Río Cruces, ha sido degradado, dañado o destruido y la necesidad de hacer restauración.

Se recopiló información de variadas fuentes, para determinar si el humedal del Río Cruces ha sido degradado, dañado o destruido, y determinar la necesidad de hacer restauración. Principalmente se consideraron las hipótesis científicas que dan relación al fenómeno ecológico observado en el 2004. Luego la demanda judicial llevada a cabo por el Consejo de Defensa del Estado y por último el análisis de la percepción social del problema. La primera sección de este ítem, Relación del sistema con la sociedad, se basa en el análisis de estudios realizados en el área del humedal.

Algunos de los documentos principales de análisis se citan a continuación:

- la publicación de Delgado y col. (2009) que establece los actores relevantes para el conflicto y analiza la percepción de los *actores sociales* frente al humedal y el conflicto asociado, y el concepto de restauración para cada grupo.
- el estudio encargado por CONAMA a la Universidad Austral de Chile (UACH, 2005) para describir el estado del humedal al año 2004 y evaluar si el ecosistema había sido dañado;
- el Estudio de opinión y percepción del problema del humedal (LME-PULSO, 2008) para el proyecto “Elaboración de un modelo conceptual del ecosistema del humedal de río Cruces” (Marín y Delgado, 2008a y 2008b), que describe aspectos como la opinión de comunas aledañas al humedal (Valdivia, San José de la Mariquina y Punucapa) frente al problema del humedal, su conservación y los servicios ambientales que éste presta, y
- una revisión de la demanda legal interpuesta por el Consejo de Defensa del Estado (CDE) contra Celco disponible en la página web del organismo⁹.

3.2.3 Modelo conceptual para la restauración del humedal.

Inicialmente se realizó un análisis bibliográfico sobre “restauración ecológica”, buscando casos exitosos que sirvieran como ejemplo. También se evaluaron los diferentes enfoques y supuestos en que se basa esta acción antrópica. Así mismo, se

⁹ www.cde.cl

realizó una revisión bibliográfica de los componentes y procesos descritos para el ecosistema, y así generar un modelo ecológico donde ubicar componentes y procesos que socialmente se quiere restaurar.

Para complementar el modelo conceptual de restauración se entrevistó a un panel de expertos el cual puede definirse como un grupo de especialistas independientes y reputados en al menos uno de los campos concernientes al tema de estudio, al que se reúne para que emita un juicio sobre dicho tema¹⁰. Esta entrevista se desarrolló durante el primer semestre del 2012. Las preguntas se detallan en el Anexo 2. El panel de experto fue formado por:

- 1 abogado de la Unidad de Medio Ambiente del Consejo de Defensa del Estado.
- 1 miembro de la sección de Humedales de la división de Recursos Naturales Renovables y Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente.
- 1 Consultor que haya trabajado en temas de restauración y conozca el conflicto del humedal.
- 1 ONG que conozca de restauración y del conflicto del humedal.
- 1 científico-académico que maneja el tema de restauración.
- 1 científico-académico que maneja el tema del conflicto del humedal.

¹⁰ http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too_pan_res_es.pdf

4 RESULTADOS

4.1 Descripción del Humedal del Río Cruces

4.1.1 Estado ecológico actual

Durante el año 2004, el ecosistema (humedal del Río Cruces) experimentó un cambio de régimen desde aguas claras hacia aguas turbias con alto contenido de sólidos suspendidos (UACH, 2005; Marín y col., 2009). Para describir el estado actual del humedal, se analizaron los resultados del proyecto FONDECYT 1110077 en 6 muestreos entre Noviembre de 2011 y Enero de 2013 (Marín y col., datos no publicados).

La Tabla 3 muestra que el humedal es un sistema espacial y temporalmente heterogéneo, donde los valores de las mediciones varían entre las distintas estaciones de muestreo y según el periodo de medición en un mismo sitio. Estas variables fueron clasificadas según criterios de la OCDE (Galvez-Cloutier & Sanchez, 2007) para el estado trófico y según regímenes de estado ecosistémico usando los criterios de Ibelings y col. (2007).

Tabla 3. Clasificación del humedal del río Cruces según su estado trófico y régimen de aguas en distintas épocas de muestreo.

Criterio	Periodo de muestreo	Humedal, Pichoy y Cayumapu	Río Cruces y Calle-Calle
Estado trófico	Invierno	Mesotrófico-eutrófico	Oligotrófico-mesotrófico
	Verano	Eutrófico-Hipereutrófico	Mesotrófico-eutrófico
Régimen del ecosistema	Invierno	Claras	Claras
	Verano	Intermedio; claras para Nitrógeno	Claras

4.1.2 Flora

En cuanto a la flora, se han registrado para el humedal más de 91 especies de plantas acuáticas y palustres y 137 especies de flora terrestre¹¹. El ecosistema está formado por i) hualves, bosques pantanosos de mirtáceas inundados en época de lluvias, ii) pantanos, hacia el interior del espejo de agua, con vegetación palustre como totoras, juncos, batros y carrizos, y iii) bañados, zonas de poca profundidad con mucho sedimento en el sustrato, donde se encuentran plantas acuáticas como el luchecillo (*Egeria densa* Planch) enraizado en zonas menos profundas, y lenteja de agua (*Lemna*

¹¹ <http://www.ceachile.cl/Cruces/Documentos.htm>

minima Thuill) y hierba guatona (*Limnobium laevigatum* Rich.) flotando en zonas más profundas (Muñoz-Pedreros, 2004; UACH, 2005).

El luchecillo (Figura 8), que según CONAF (2006b) había sido la especie con mayor cobertura en las planicies de inundación hasta el 2004, se ha visto reemplazada en la actualidad por otra macrófita (*Potamogeton* sp.) que soporta mayor turbidez, siendo *E. densa* más abundante sólo en el río Cayumapu (Marín y col, datos no publicados).



Figura 8. Luchecillo (*Egeria densa* Planch) en el Humedal de Río Cruces. (Imágenes tomada del proyecto FONDECYT 1110077)



Figura 9. Potamogeton en el humedal del Río Cruces. Arriba izq. *Potamogeton lucens*. Arriba der. *Potamogeton pectinatus*. Abajo, potamogeton en el humedal. (Imágenes tomada del proyecto FONDECYT 1110077)

4.1.3 Fitoplancton

Los principales grupos taxonómicos que se encuentran en el humedal para el periodo de Enero de 2012, corresponden a Bacillariophyceae, Chlorophyceae y Cyanophyceae, con un conteo total de 1.9×10^6 cel/l que correspondería a un régimen de aguas claras (Marín y col., datos no publicados).

4.1.4 Fauna

El humedal alberga más de 97 especies animales que dependen de él, algunas de ellas se muestran en la Tabla 4. Particularmente, el humedal es conocido por haber sido uno de los principales centros de anidamiento y reproducción de Cisnes de cuello negro (*Cignus melancoryphus*) hasta el 2004.

Tabla 4. Especies del humedal del río Cruces y alrededores (Muñoz-Pedrerros, 2004. UACH, 2005. CONAF, 2006a).

Ictiofauna	-Trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus myskiss</i>), Puyeo (<i>Galaxia platei</i>), Lisa (<i>Mugil cephalus</i>), Puye (<i>Galaxias maculatus</i>), Lamprea (<i>Georia australis</i>), Carmelita (<i>Percilia gillisi</i>), perca trucha (<i>Percichthys trucha</i>), carpas (<i>Cyprinus carpio</i>).
Herpetofauna	- <i>Hylorina sylvatica</i> , Rana grande (<i>Caudiverbera caudiverbera</i>), Sapito de Darwin (<i>Rhinoderma darwini</i>), Batraquila (<i>Batrachyla taeniata</i>).
Avifauna	Taguas (<i>Fulica armillata</i> , <i>F. leucoptera</i> , <i>F. rufifrons</i>), Cuervo de pantano (<i>Plegadis chini</i>), Garza cuca (<i>Ardea cocoi</i>), Huaravillo (<i>Ixobrychus involucris</i>), Cormorán negro (<i>Phalacrocorax brasilianus</i>), Pimpollo (<i>Podiceps rolland</i>), Bandurrias, huala, pato real, zarapitos, siete colores, gaviotín piquero (<i>Sterna trudeaui</i>), triles, Cisne coscoroba (<i>Coscoroba coscoroba</i>)
Mamíferos	Coipo (<i>Myocastor coipus</i>), Huillin (nutria de río, <i>Lontra provocax</i>), Lobo de Mar (<i>Otaria flavescens</i>)



Figura 10. Aves del humedal del Río Cruces. Arriba, de izq. a der.: Garza cuca, gaviota cahuil, garza grande, bandurrias, huala. Abajo, de izq. a der.: Cisnes de cuello negro (adultos y juveniles), garza boyera, yecos. (Imágenes tomada del proyecto FONDECYT 1110077)

Las poblaciones de cisnes de cuello negro y taguas eran las especies más abundantes en el humedal hasta el año 2004 (promedio de 5000 individuos de cisne y sobre 6000 de taguas (CONAF 2006a), cuyo principal alimento era luchecillo. Tras el cambio de estado, este número descendió a algunos cientos. Ambas poblaciones muestran variaciones mensuales y anuales (Figuras 10 y 11). La de cisnes alcanza su máximo mensual en febrero de 2012 con 2176 individuos y anual el 2006 y 2008 con 557 y 559 individuos respectivamente. Las taguas muestran una marcada disminución desde el 2005.

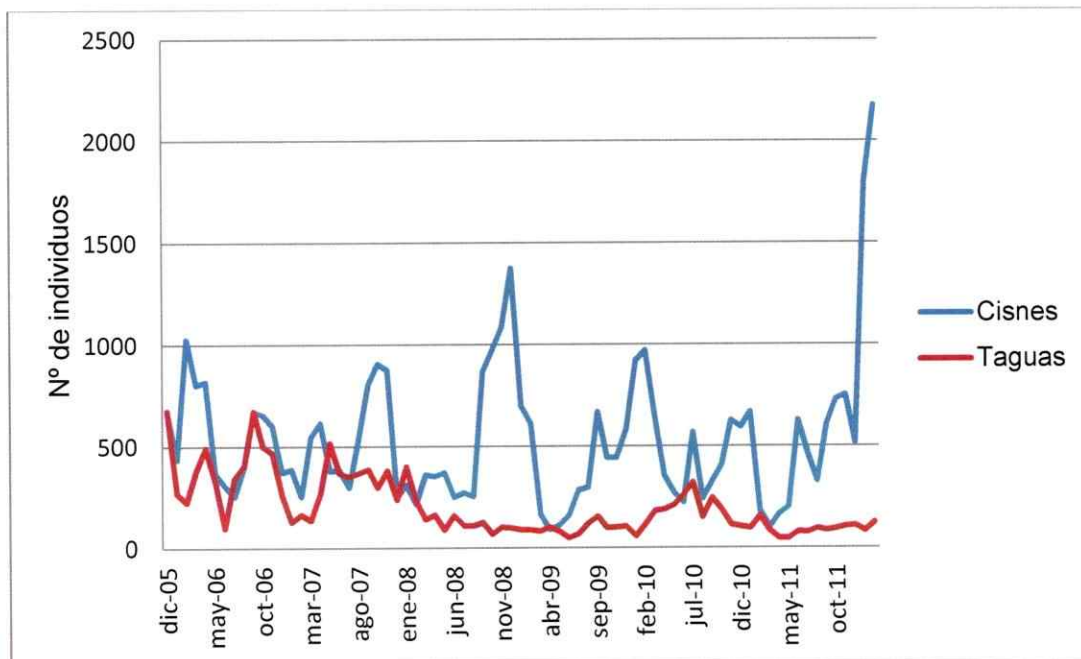


Figura 11. Abundancia de Cisnes de cuello negro y Taguas. Abundancia mensual de cisnes de cuellos negro y taguas, periodo 2005-2011 (Elaboración propia, datos de www.conaf.cl).

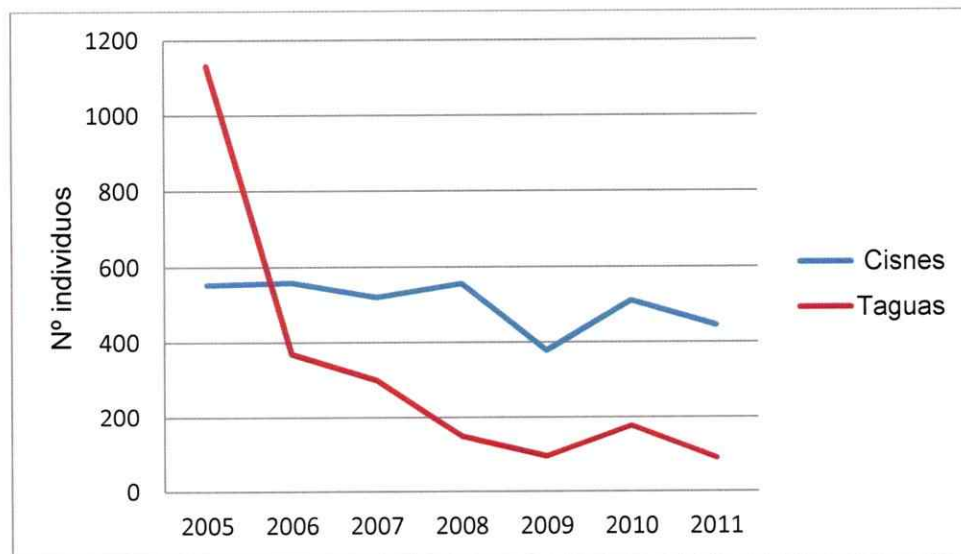


Figura 12. Abundancia anual promedio de cisnes y taguas, periodo enero-2005 a febrero-2012. (Elaboración propia, datos de www.sinia.cl y www.conaf.cl).

4.2 Cambios en el ecosistema del humedal del Río Cruces y la necesidad de restauración.

El problema ecológico del humedal del Río Cruces afectó e interesó a distintos actores sociales en el año 2004, ya sea por el uso directo de sus componentes y servicios ecosistémicos como por la responsabilidad frente a su protección. Para el desarrollo de un plan de restauración del ecosistema fue necesario conocer: a) la relación de éste con los diversos sistemas sociales que se relacionan directa o indirectamente con el ecosistema, b) identificar si el humedal fue dañado y/o degradado.

Para el ítem (b), se realizó un análisis de las distintas hipótesis científicas, la demanda judicial presentada por el Consejo de Defensa del estado y la percepción social del problema del humedal del Río Cruces. También se analizó las expectativas de los actores sociales respecto a la restauración del humedal.

4.2.1 Relación de la sociedad con el humedal

Se construyó un modelo conceptual para visualizar la relación que existe entre el ecosistema del humedal y el sistema social asociado a la subcuenca del humedal (Figura 12; los detalles del sistema humedal se muestran en el Anexo 3). El modelo se

basó en el análisis de investigaciones realizadas hasta la fecha en el área de estudio (Delgado y col., 2009; Marín y Delgado 2008a, 2008b).

Los sistemas sociales identificados corresponden a:

- “Empresas”, macro (lecheras, forestales, plantas de tratamiento de aguas domiciliarias) y microempresas (transporte, turismo) que dependen del humedal ya sea como suministro de materias primas o como fuente receptora de desechos. La imagen empresarial depende de la imagen del humedal;
- “Institucionalidad ambiental”, los distintos organismos del Estado con competencia ambiental, tanto local como nacional, que se relaciona con otros sistemas a través de la fiscalización y monitoreo;
- “Academia” de la UACH (Universidad Austral de Chile), este sistema (circundante al sitio de estudio) genera información científica relacionada con el humedal y la traspa a los demás sistemas.
- “Sistema Social” como comunidad cívica formada por ONGs (Organismos no gubernamentales) y medios de comunicación (que construyen una imagen social del humedal) y la ciudadanía local. Juega un rol importante en la fiscalización y denuncia de daños al humedal por parte de las empresas.

Las relaciones identificadas entre los actores sociales y el humedal fueron de dos tipos: a) uso directo de componentes (e.g. agua para riego, descargas domiciliarias, desechos ganaderos, desechos industriales); b) uso directo de servicios ecosistémicos (e.g. servicio ecosistémico de información: investigación; servicio ecosistémico de producción: calidad de vida).

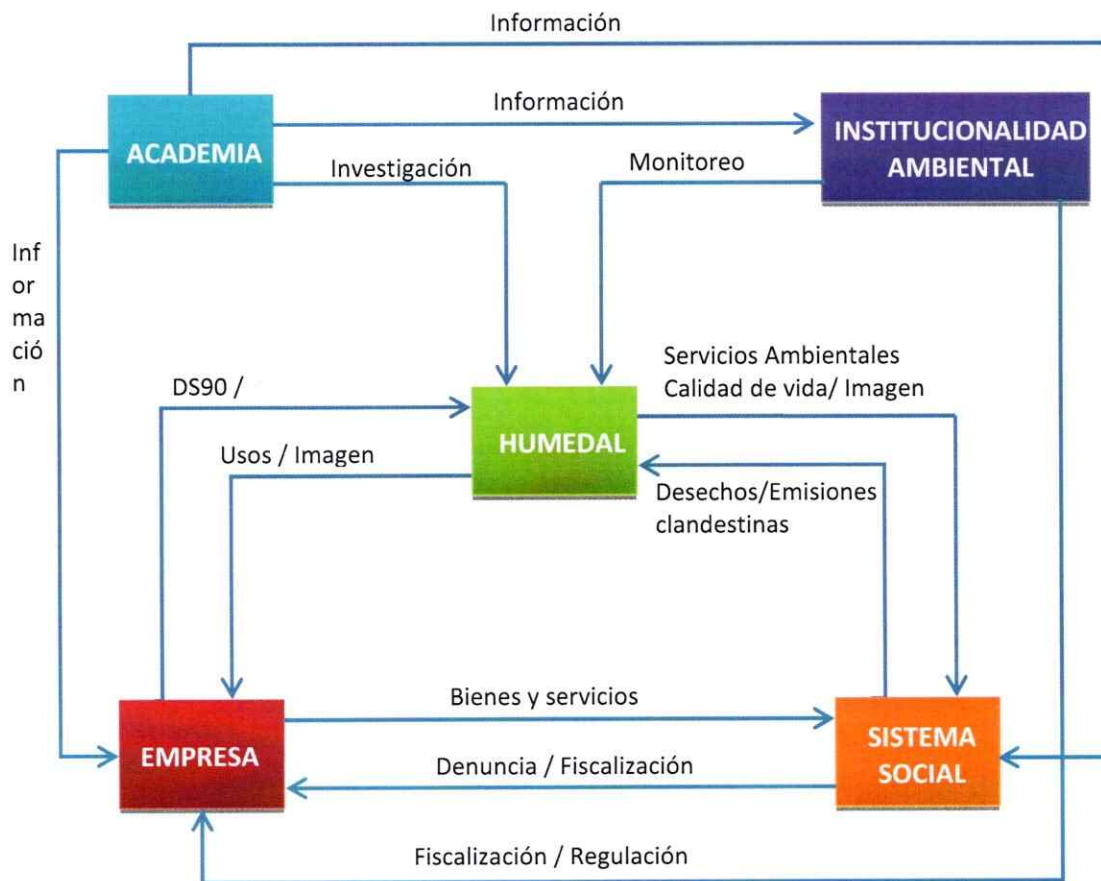


Figura 13. Relación de los sistemas sociales con el Humedal del Río Cruces.

El análisis de la bibliografía revisada muestra que el humedal es utilizado intensamente por los actores sociales locales. Sin embargo, hay desde el sistema social una desprotección formal respecto a la conservación y uso sustentable del humedal. Por ejemplo, según Torres-Gómez (2012): a) no existe un manejo integrado de cuencas, b) la red de monitoreo de calidad de agua no incluye al humedal de Río Cruces, c) hay débil fiscalización de cumplimiento de emisión de empresas; d) escasa información y poca integración de la que existe para el desarrollo de programas de conservación y/o uso integrado.

4.2.2 Hipótesis Científicas

Existen varias hipótesis y proposiciones teóricas que dan explicaciones plausibles respecto al evento ecológico que aconteció en el humedal el año 2004. A continuación se presenta una síntesis de las mismas y sus fuentes (Tabla 5). De aquí en adelante se menciona la sigla CELCO (planta de celulosa instalada en la comuna de San José de la Mariquina, que vierte sus desechos tratados en el río Cruces, aguas arribas del humedal).

Tabla 5. Hipótesis respecto a las causas del cambio de Estado del Humedal del río.

Hipótesis	Fuente
Cambios de radiación UVB sobre el humedal afectó la sobrevivencia de luchecillo.	Ramírez y col., 2006.
Los RILes de CELCO (hierro, cloratos, sulfatos y otros) generaron un desequilibrio iónico que afectó la tasa fotosintética de luchecillo, llevándolo a la muerte. Experimento de microcosmos.	Mulsow and Grandjean, 2006.
Indican que los métodos y los análisis estadísticos realizados por Mulsow y Grandjean (2006) no son adecuados y que, por lo tanto, el contenido de SO_4^{-2} no explicaría los efectos descritos.	Soto-Gamboa y col., 2007.
Con tratamientos de exposición de luchecillo a distintas concentraciones del efluente de CELCO (mesocosmos) se descarta el efecto negativo de éste sobre el luchecillo.	Palma y col., 2008.
Eventos climáticos anómalos acoplados a procesos socioeconómicos (manejo forestal de la cuenca) afectaron la estructura física del humedal y éste a la sobrevivencia de luchecillo.	Marín y col., 2009.

Se analizó en profundidad el informe de la Universidad Austral de Chile (UACH, 2005), ya que en este se sostuvo la demanda del Consejo de Defensa del Estado.

Algunos puntos importantes de destacar de este informe son:

- Se relacionó la mortalidad y emigración de los cisnes con la disminución de luchecillo en base al análisis de su peso y contenido estomacal. Se presume que la disminución de luchecillo también afectó a otras aves (Taguas y Tagüitas).
- Se postula, en base a revisiones bibliográficas y estudios de concentraciones de tóxicos en luchecillo, que la disminución de éste se debió a la acumulación de tóxicos (principalmente Hierro) en sus tejidos.
- El color marrón de las aguas del humedal se explicarían por la probable solubilización de Hierro hacia la columna de agua, por el aumento explosivo de nutrientes y el consecuente aumento de fitoplancton.
- Existió una carga importante de químicos en el agua y sedimentos, y que debido a la magnitud y características del efluente de CELCO, su aporte habría sido significativo.
- El estrato sedimentario con mayor contenido de metales pesados (estrato superior) refleja el nexo entre la depositación de químicos en el sedimento y el cambio en la calidad del agua (esto, producto de los aportes de CELCO).

4.2.3 Consejo de Defensa del Estado: Demanda contra CELCO

El Consejo de Defensa del Estado (en adelante CDE), es una organización del Estado cuyo rol es defenderlo, representarlo y asesorarlo judicial y extrajudicialmente, en materias de carácter patrimonial y no patrimonial, a través del ejercicio de las acciones y defensas judiciales que correspondan, a favor de esto. Uno de sus objetivos estratégicos consiste en ejercer la defensa judicial del Estado en materias medioambientales para obtener la reparación de los daños ambientales y la indemnización de los perjuicios causados por terceros (cuando proceda).

Bajo este contexto y con la información entregada por los estudios de la Universidad Austral de Chile, en abril del año 2005 el CDE presentó a los tribunales de Valdivia una demanda de reparación del medio ambiente afectado e indemnización de perjuicios contra CELCO sindicado como el responsable del daño ambiental causado al humedal debido al incumplimiento de las exigencias técnicas y obligaciones ambientales establecidas para la construcción y operación de ésta. El CDE exigió entonces en la demanda judicial restablecer al humedal su estado anterior a la operación de la Planta con medidas reparatorias como:

- Restablecimiento de las características del agua, suelo y subsuelo;
- Repoblamiento del humedal con lucheillo, asegurando su prendimiento;
- Reparación de las condiciones de aireación del río Cruces;
- Monitoreo de la recuperación del lucheillo y la fauna del sector;

- Repoblamiento del Santuario con cisnes, Taguas y Coipos, tras haber recuperado las condiciones ambientales básicas para su adecuada nidificación y vida.

Se indica además que se busca la indemnización por el daño ecológico debido a la muerte y emigración de cisnes y a la insuficiencia de las medidas reparatorias ante el “grave deterioro provocado al humedal, lo que ha dañado irremediablemente el patrimonio ambiental del Estado de Chile”¹².

4.2.4 Percepción ciudadana

i. Cambios percibidos en el humedal

Se llevó a cabo el análisis del estudio de opinión y percepción realizado en el marco del proyecto “Elaboración de un modelo conceptual del ecosistema del humedal de río Cruces” (LME-PULSO, 2008)¹³.

Para efectos de determinar si el ecosistema fue dañado, degradado o destruido, el análisis de la información se basó en la Ley 19300. En ella se define daño ambiental como: “toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes”.

¹² www.cde.cl

¹³ <http://ecosistemas.uchile.cl/cruces/>

Los resultados del análisis mostraron que la mayoría de los entrevistados (94%) considera que las aguas del humedal se encuentran contaminadas, percepción que trasciende grupos socioeconómicos, localidad y distancia al humedal. El 80% además advirtió cambios en el humedal desde el año 2005 o antes, y consideran que el cambio es significativo y se nota a simple vista (86%).

El 83% cree que el humedal está contaminado, que la contaminación es peligrosa para el ser humano también y que los principales servicios que ofrecía el humedal eran turismo (76%), recreación (40%), pesca (35%) y consumo de agua para uso animal (26%) y que estas actividades son las más afectadas por la contaminación. Además consideran que las principales pérdidas se han dado en flora y fauna, calidad de vida y turismo. Y que los más afectados por la contaminación del humedal son quienes dependen del turismo en el humedal, los que viven cerca de él y la población de Valdivia.

El 85% cree que el humedal es recuperable en algún grado y considerando los efectos mencionados en el párrafo anterior, es lógico entonces que el 79% de las personas entrevistadas considere que la recuperación del humedal beneficiaría su calidad de vida (100% de los afectados económicamente y 77% de los no afectados, perciben esto).

ii. Respeto al daño y a sus probables causas

Se analizó la percepción social respecto a algunos conceptos y/o significados relacionados al cambio ecosistémico detectado y su posible restauración. Ellos son a) cisne de cuello negro, b) efectos y/o consecuencias del cambio, c) causas, d) resultados. En todas las percepciones se denota la importancia del concepto de "restauración", estando de acuerdo en que el humedal representa oportunidades de trabajo, como vía de comunicación, que es importante como hábitat para los cisnes y como símbolo de calidad de vida. En la Tabla 6 se muestran las distintas percepciones y expectativas de recuperación, de los actores locales.

Del análisis se pueden extraer una serie de elementos para el desarrollo de un plan de restauración del ecosistema, separándolas en las demandas hechas por parte del Estado y las propuestas por los otros actores. Esto porque:

- De ser admitida y favorable la demanda interpuesta por el CDE contra la empresa designada como culpable del daño ecológico, las exigencias deben ser cumplidas en un plan de restauración.
- Es importante considerar las opiniones de todos los actores en pro de un plan de restauración que sea inclusivo- participativo y que logre cumplir con los objetivos propuestos para la restauración.

Tabla 6. Percepción de los actores locales respecto a las percepciones y expectativas de la restauración del Humedal.

ASPECTO	Sociedad (organizaciones civiles, UACH)	Gobierno	Empresas (M: macroempresas, m: microempresas)
Percepción sobre los cisnes	Emblema del humedal, componente.	Componente, imagen del conflicto.	M: emblema, no son componente relevante en la dinámica del humedal. Imagen corporativa. m: emblemáticos
Efectos/Consecuencias	Disminución del turismo, calidad de vida, ingreso económico, pesca, credibilidad en el gobierno, imagen local. Consecuencias sobre la dinámica del humedal. Ingreso al Registro de Montreux.	Pérdida de biodiversidad. Mala percepción. Generación de demanda contra presunto responsable.	Marketing negativo m: pérdida de biodiversidad y de potencial turístico.
Causas no ecológicas	Institucionalidad ambiental insuficiente. Ausencia de un sistema de comunicación con los otros actores.	No hay preparación para resolver conflictos ecosociales de este tipo. Falta de gestión.	m: falta de regulaciones estatales.
Resultados esperados	Identificar y sancionar a los responsables. Retorno de los cisnes, restaurar la calidad del agua. Confianza en la restauración. Creación de parques naturales.	Recuperación de población de cisnes y luchecillo. Recuperación de características de agua, suelo y subsuelo. Monitoreo.	m: baja expectativas en cuanto a los resultados de restauración.

iii. Opiniones respecto a una posible restauración del humedal

La opinión de los encuestados en el estudio de LME-PULSO (2008) frente a una posible restauración muestra que el 94% quiere que se recuperen las aguas del humedal, 93% que vuelvan los cisnes, 74% que se restaure la imagen de ciudad limpia y 37% que se recuperen las condiciones anteriores a la disminución de cisnes.

Además los entrevistados consideran importante conservar pero sin desincentivar el crecimiento económico (72%), donde las principales acciones a futuro en la zona deberían ser la mejora y creación de parques naturales (60%), instalación de hoteles y empresas turísticas (47%) e investigación científica (44%).

El 90% considera que la ciudadanía debería participar en un Plan de Conservación del humedal, en el cual estarían dispuestos a participar un 69% de los encuestados, y un 57% haría un aporte económico a éste (Tabla 7).

El 70% de los encuestados indican a CELCO como la causante de la contaminación del humedal y el 67% no cree que la institucionalidad ambiental chilena sea la adecuada para proteger el medio ambiente. Los entrevistados responden que los responsables de financiar la recuperación debieran ser la empresa indicada como causante del daño, el Gobierno Nacional y el Gobierno Regional (55%, 50% y 50% de los entrevistados respectivamente).

Tabla 7. Porcentaje de encuestados que harían un aporte económico a un plan de conservación del humedal según GSE (Grupo socioeconómico) y montos dispuestos a pagar.

GSE	Disposición a pagar (%)	Menos de \$1000 (%)	Entre \$1001 y \$5000 (%)
ABC1	64	30	43
C2	71	37	49
C3	67	49	39
D	53	50	47
E	32	62	38

4.3 Modelo conceptual para la restauración del humedal

Sobre la base de la información recopilada sobre el Humedal del Río Cruces se elaboró un modelo conceptual para su restauración. En los siguientes subítems se describen:

- El enfoque para la restauración.
- Los supuestos y requerimientos para la restauración.
- El modelo ecológico del ecosistema a restaurar.
- Organigrama del grupo encargado de la restauración.
- Funcionamiento del plan de restauración.

4.3.1 Enfoque para la restauración: manejo integrado de ecosistemas.

Marín y Delgado (2008b) indican que el manejo integrado de ecosistemas es una forma de manejo que permite integrar distintos enfoques, generar estudios transdisciplinarios que permitan obtener una visión global del sistema (ecológicos, sociales, otros) y mantener un proceso de retroalimentación del conocimiento generado, incluyendo de esta forma el concepto de adaptación en el manejo del humedal. Este tipo de manejo permite enfrentar de mejor forma las incertezas provocadas por la falta de conocimiento acabado del ecosistema, y modificar el diseño de manejo o las medidas a implementar en pro de los resultados.

Los conceptos asociados al manejo integrado son:

- Manejo/enfoque ecosistémico: es una forma de manejo que permite la sustentabilidad intergeneracional de los ecosistemas (su salud, productividad, diversidad biológica, calidad) explotados a través de la participación activa de los *actores sociales*, procurando el equilibrio de sus intereses (sociales, económicos y ecológicos) y la responsabilidad compartida. Para esto se requieren estudios de funcionamiento ecosistémico y de la relación sociedad-naturaleza, y reeducar a la sociedad y tomadores de decisiones. Esto permite que se asegure la estabilidad del ecosistema explotado y de las sociedades que dependen de él. (Marín y Delgado, 1997; Pérez y Navarrete, 2004; Marín y Delgado, 2005; Marín y Delgado, 2008b)
- Gobernanza ambiental local: definida como el arte de gobernar mediante estrategias. Implica que la gestión y manejo del ecosistema sean desarrollados por el gobierno, actores privados, no gubernamentales y ciudadanos individuales, pero

esto desde un contexto local en que cada región (con su propia realidad social, económica y ecológica) puede decidir qué tipo de desarrollo le acomoda, de modo de descentralizar y hacer más efectivos los planes de uso y manejo (Delgado y col., 2007; Marín y Delgado, 2008b).

- Modelación: permite graficar de manera simple y comprensible los principales aspectos (componentes y sus interacciones) del sistema en estudio (Marín y Delgado, 2005) para todos los actores y disciplinas involucrados. En este caso se debería modelar aspectos específicos de la ecología del humedal y de la relación sociedad-naturaleza. Los modelos sirven de base para hacer propuestas de manejo de ecosistemas complejos y para lograr una mejor comunicación entre los actores involucrados (Marín y Delgado, 2005).
- Enfoque de la restauración: el manejo integrado implica ver el carácter holista de la ciencia, de modo de conjugar una serie de acciones que permitan restaurar componentes, funciones y estructura como un todo dentro del humedal. Un proceso de restauración puede considerar un enfoque de componentes que implica restituir sólo los elementos faltantes del sistema, por ejemplo, hacer traslocación de individuos (flora o fauna) hacia el sitio a restaurar (Armesto y col. 2009; proyecto INIA-Chile/RGB Kew-UK¹⁴; Río, 2012); o un enfoque de procesos donde se modifican, adecuan o reactivan los procesos del ecosistema a restaurar. Por ejemplo, revegetación de la cuenca para evitar procesos erosivos y mejorar la calidad del agua (Rodríguez y de la Maza, 2005; Little y Lara, 2010). El enfoque a utilizar dependerá de las necesidades suscitadas, por eso, en este caso se consideran ambos enfoques.

¹⁴ www.inia.cl/recursosgeneticos/bancobase/semillasnativas/index.htm

4.3.2 Bases para una restauración exitosa del humedal

i. Requisitos

A) Ecológicos

- Determinar los límites de perturbación antropogénica que el ecosistema puede soportar, puesto que esto determina la capacidad de restauración (Martínez-Ramos y García-Orth, 2007).
- Determinar el efecto de la perturbación; componentes y/o procesos (Tironi, 2012).
- Suponer que la perturbación ha desaparecido y/o ha sido controlada (Zambrano, 2003)

B) Antrópicos

- un adecuado manejo forestal de la cuenca,
- manejo de residuos domiciliarios (tratamiento de aguas servidas, rellenos sanitarios),
- manejo óptimo y fiscalización de residuos industriales líquidos de todas las industrias que se encuentran en la cuenca,
- disminuir el uso de pesticidas y fertilizantes, contar con un registro de los usados en la región que permita estimar cuánto ingresa a la microcuenca,
- articular los distintos organismos del Estado para generar objetivos transversales en el manejo de la cuenca.

ii. Entrevistas a panel de expertos

Se entrevistó a un total de seis expertos en el tema relacionado al caso del humedal del Río Cruces o de restauración. A continuación se presenta el análisis de las preguntas realizadas

a) ¿Cuál es el concepto de restauración utilizado por la institución donde trabaja?

Experto	Respuesta
Académico 1	la utilizada por SER
Académico 2	No le gusta el concepto ni lo usa. Forma ingenieril de querer manipular la naturaleza. Falsa ilusión de poder manejar la naturaleza.
ONG	Imitar o acercarse a propiedades funcionales y/o estructurales del sistema.
Consultor	SER
MMA	No hay una definición validada (en el ministerio). Restauración (enfocado en procesos, volver al inicio) y recuperación (estructura para mantener funciones, no considera un T_0).
CDE	Definido por la Ley 19300.

Tres de los entrevistados (ONG, MMA y Consultor) dicen conocer casos exitosos de restauración en Chile.

b) Según Ud. ¿Cuál es el enfoque adecuado para restaurar un ecosistema?
(basado en especies o en procesos y funciones)

Experto	Respuesta
Académico 1	Ambos. Depende de la dimensión de la biodiversidad a la que apunta y del objetivo. En Chile se usa: recomponer la composición arbórea. Elegir un solo enfoque es igual a fracaso.
Académico 2	Primero hay que eliminar la acción que está modificando al sistema y luego observarlo para ver qué ocurre. Después tomar decisiones.
ONG	Restaurar funciones más que aspectos estructurales, las condiciones básicas.

Consultor	Procesos y funciones
MMA	Procesos y funciones
CDE	Las dos. Incluso los servicios ambientales asociados.

a) ¿Cuáles piensa Ud. que podrían ser los impedimentos para restaurar un ecosistema en Chile?

Respuesta

- todos los entrevistados consideran al menos un impedimento para hacer restauración en Chile. Los impedimentos que se mencionaron son: administrativos y normativos, entendimiento de la herramienta, ausencia del concepto de ecosistema en la ley (19300) (por lo tanto no se sabe que se está restaurando), conflicto de intereses políticos, falta de información e impedimentos financieros;

b) ¿Que escala espacial debiera tener el plan de restauración?

Respuesta

- respecto de la escala a la que se debe intervenir el humedal para la restauración, cuatro de los entrevistados dicen que debe ser a escala de microcuenca, y uno, que depende de lo que se quiere restaurar;

c) ¿Quién se debería hacer cargo de la restauración respecto a su ejecución?

Respuesta

- el grupo que debe hacerse cargo de la ejecución del plan de restauración debe ser multidisciplinario. Los integrantes mencionados fueron: Universidad, Consultora, ONG, instituciones de gobierno, gente local, experto en restauración, experto Ramsar.

d) ¿Ud. Piensa que al solicitar la restauración de un ecosistema se puede ir en contra de convenciones o tratados internacionales formados por Chile, como el caso de los convenios de diversidad biológica referente de especies invasoras?

(ej. Luchecillo para el caso del humedal del Río Cruces)

Experto	Respuesta
Académico 1	Absoluta inconsistencia. Significa no entender. Falta de trabajo orgánico por parte de los organismos competentes.
Académico 2	No
ONG	Los convenios internacionales tienen una experiencia y un conocimiento mucho mayor de lo que tenemos en Chile. Chile debería plantearse primero desde esa postura y evaluar que hacer frente a eso, pero no desconocer lo que ya se sabe en el mundo.
Consultor	Cada actor tiene una percepción distinta del sistema ambiental. Depende de los actores que estén vinculados. Porque el luchecillo puede recuperar las funciones históricas del sistema. Es un tema político.
MMA	Lo que pide en CDE es una demanda social, tiene que ver con que el ambiente tenía. No se están contraviniendo convenciones internacionales. Y como servicios públicos no se ha tomado una sola línea porque hay una presión social mediática. Una vez que se instala una exótica es muy difícil revertir su condición, hay que invertir mucho dinero y no se ha hecho ese estudio.
CDE	Cuando Chile declaró el humedal del río Cruces como sitio Ramsar fue con conocimiento de que el luchecillo estaba presente. La ley no distingue entre elementos invasivos o nativos, sólo componentes del ambiente, al estado anterior. Y porque técnicamente es muy difícil obtener una reparación de otras plantas que permitan sostener una colonia de cisnes como había en el humedal.

- e) Dado que los ecosistemas evolucionan en el tiempo, y para el caso específico del humedal del Río Cruces que al parecer se está recuperando naturalmente ¿Ud. piensa que un fallo judicial es beneficioso?

Experto	Respuesta
Académico 1	El fallo es cuestionable (no del punto de vista jurídico).
Académico 2	Lo que ocurre en el juicio es paralelo a lo que ocurre en la ciencia.
ONG	Sí, un fallo podría ayudar a que Celco se haga responsable de estudios que deberían seguir haciéndose después del cambio y evaluar cómo se está manejando el sistema.
Consultor	Son dos aspectos distintos. Hay definiciones civiles y penales cuando se alteran los sistemas, y eso tiene que cumplirse, esto desde las implicancias legales. Desde la perspectiva ambiental la solución está en hacer confluir los intereses de los distintos actores que están ahí.
MMA	No tiene que ver sólo con CELCO, tiene que ver con todas las intervenciones en la cuenca.
CDE	Es importante por un tema de señal, porque no sólo hubo un tema ecológico si no una infracción a las normas de protección ambiental por parte de una gran empresa que tenía las capacidades para cumplir las normas.

iii. Qué se quiere restaurar y objetivos de la restauración: análisis de percepción social

Sintetizando la información analizada, se presentan en la Tabla 8 los componentes y procesos ecológicos, del humedal y de su subcuenca, que los actores locales y el CDE solicitan que se restaure. También se muestran las causas indicadas y sus consecuencias (Tabla 9).

Tabla 8. Restauración de componentes y procesos ecosistémicos del Humedal de Río Cruces según CDE y Actores sociales.

	CDE	Actores locales
Procesos	<ul style="list-style-type: none"> - Aireación del río - Función de hábitat para las especies 	<ul style="list-style-type: none"> - Calidad del agua - Función de información (turismo)
Componentes	<ul style="list-style-type: none"> - Características de agua, suelo, subsuelo - Poblaciones de taguas cisnes, coipos, cisnes y lucheillo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Población de cisnes - Pérdida de biodiversidad

Tabla 9. Objetivos de restauración del humedal del Río Cruces.

Causas	Efectos
Grado de erosión de la cuenca	Sedimentos
Calidad del agua	Población de lucheillo
Deterioro de hábitat	Población de cisnes
Fisiografía de la microcuenca	Población de taguas
Vegetación ribereña	Fitoplancton
	Función de información (turismo)

4.3.3 Modelo ecológico del ecosistema a restaurar

i. Modelo ecológico

- El modelo conceptual propuesto contiene tantos componentes teóricos como aquellos que fueron nombrados por los actores sociales, el Consejo de Defensa del Estado y el panel de expertos entrevistado.
- El sistema del humedal puede dividirse en tres componentes interrelacionados entre sí: Hidrológico, Físico-químico y Biológico. Para el caso del humedal del Río Cruces, las características del componente hidrológico consideradas son grado de erosión y fisiografía de la microcuenca, precipitaciones, aireación del agua, frecuencia de inundación en el humedal y tasa de renovación del agua. Estas características influyen en el arrastre de sedimentos y contaminantes hacia el humedal, determinando propiedades físico-químicas del sustrato y de la columna de agua del humedal, como son temperatura, pH, nutrientes, oxígeno disuelto, turbidez y presencia de contaminantes. Las variaciones de estas últimas determinan una respuesta biótica específica que permite, o no, la presencia de componentes bióticos como las poblaciones de cisnes, taguas y luchecillo, *Potamogeton* y plantaciones de exóticas (entre otras). Finalmente, las dinámicas presentes en el componente biótico influyen en la hidrología del humedal, lo que se ha visto en este caso, donde la desaparición de luchecillo gatilló un aumento de la turbidez, o donde la extracción de vegetación, aumenta el grado de erosión.

- Por tanto, los tres componentes están relacionados, en la medida que se maneje en forma holista e interdisciplinaria, se podrán ver causas y/o efectos que a nivel reduccionista no se notan.

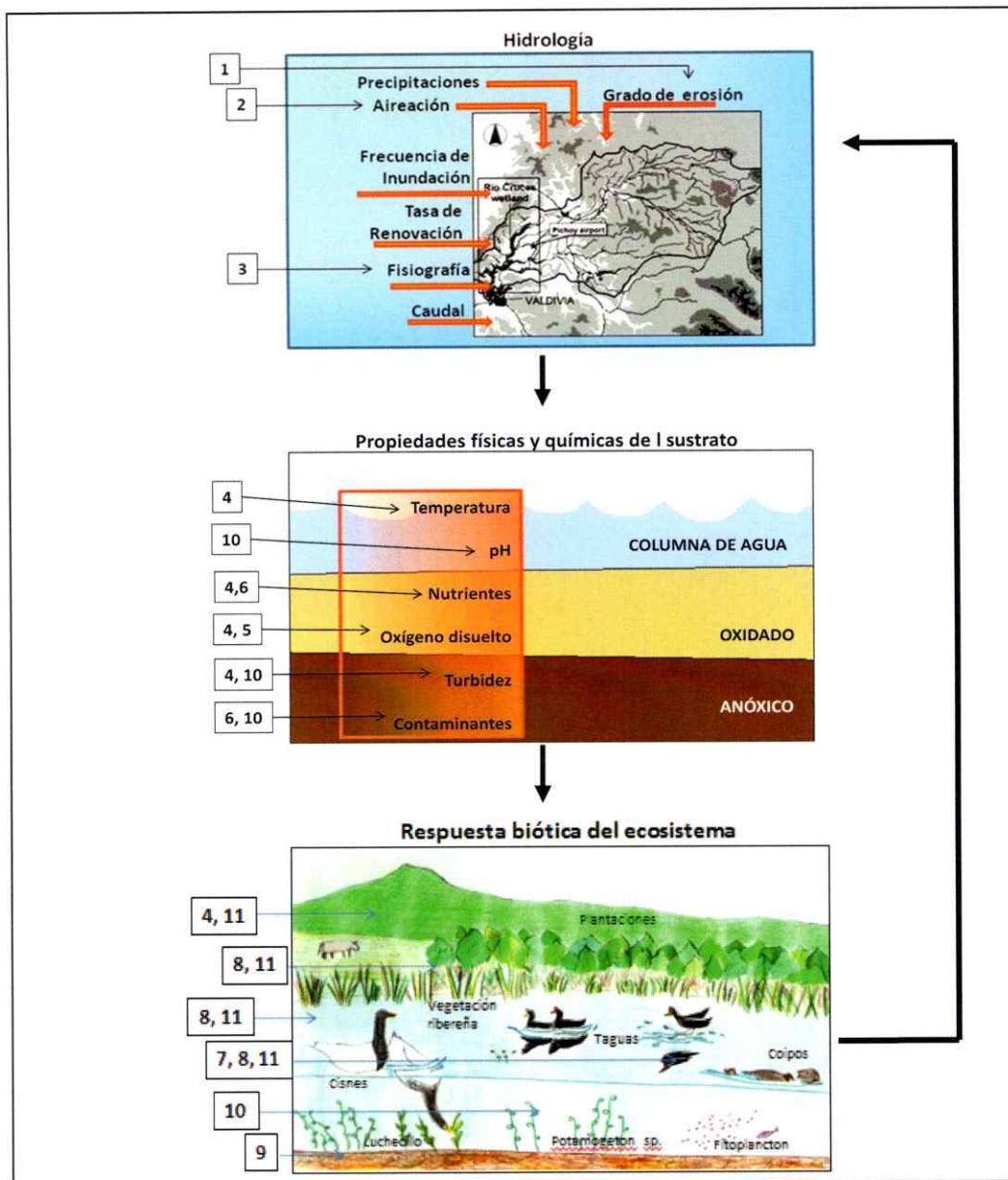


Figura 14. Modelo de restauración para el humedal del Cruces: Propuestas de Medidas de restauración: 1. protección de quebradas con revegetación de especies nativas, obras ingenieriles de canalización de agua. 2. Creación de rápidos, aireación con mangueras de oxigenación. 3. Ordenamiento territorial según usos potenciales y capacidades de uso de suelo. 4. Revegetación de riberas. 5. Obras ingenieriles en la columna de agua. 6. Fitoextracción, fitodegradación. 7. Introducción de especímenes. 8. Creación de hábitats con obras ingenieriles. 9. Repoblamiento con vegetación. 10. Control mediante compuestos químicos. 11. Creación de rutas de turismo. Mayor detalle Anexo 3.

ii. Indicadores para evaluar la restauración del humedal.

En base a lo anteriormente explicado, más información bibliográfica, se formularon los objetivos para la restauración. Para evaluar el éxito de la restauración se eligieron tres indicadores basados en la propuesta de Brown y col. (2001) (en Trama, 2005) para ecosistemas de tipo humedal y contextualizando al caso de estudio.

Estos son:

- 1) Porcentaje de área cubierta por *Egeria densa*, como índice de la recuperación de la población de lucheillo en el humedal y de un estado del agua que pueda sostenerlo;
- 2) Número de nidos de Cisne de cuello negro, como índice de la recuperación de la población de cisnes, y
- 3) Grado de apreciación de agentes turísticos que dependen del humedal, como índice de percepción de los usuarios o habitantes del humedal sobre su recuperación y el grado de acuerdo o desacuerdo con los resultados.

iii. Manejo Adaptativo: para evaluar los objetivos de la restauración y para monitorear el cumplimiento de indicadores

Un plan de restauración debe basarse en el principio de Manejo Adaptativo que implica un proceso de aprendizaje y ajuste de diseño¹⁵. Las etapas de desarrollo del plan de restauración (visto a grandes rasgos como diseño, implementación, monitoreo

¹⁵ Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 2007

y evaluación) más que ir una tras la otra se realizan en conjunto. Ya que la restauración es una ciencia joven (Young y col. 2005, Young 2000), existe falta de conocimiento respecto a la reacción de especies y ecosistemas frente a las medidas de restauración que se implementen, por lo que es imprescindible aplicar (siempre que sea posible) un manejo adaptativo (Noss y col., 2006), incluso cuando se implementan varias medidas ya que permite comparar resultados. De aquí la importancia del monitoreo de las acciones y su evaluación a medida que se van ejecutando las acciones, y en base a estos resultados definir si es necesario establecer si los resultados se adecúan a lo esperado, fijar nuevos objetivos y/o cambiar estrategias. Un monitoreo y evaluación bien hechos se realizan desde que se implementan las medidas, y así permitirán ver los cambios en las condiciones del sistema y el progreso alcanzado, economizar, y prevenir.

4.3.4 Organigrama

En la Figura 14 se presenta la propuesta de organigrama para el proyecto de restauración para el humedal del Río Cruces. El propósito de cada división del equipo de Gestión es poder abarcar de la forma más completa posible los distintos aspectos que sirven de línea base para el proyecto de restauración, y desde esta base formular y proponer medidas que sean aplicables al plan.

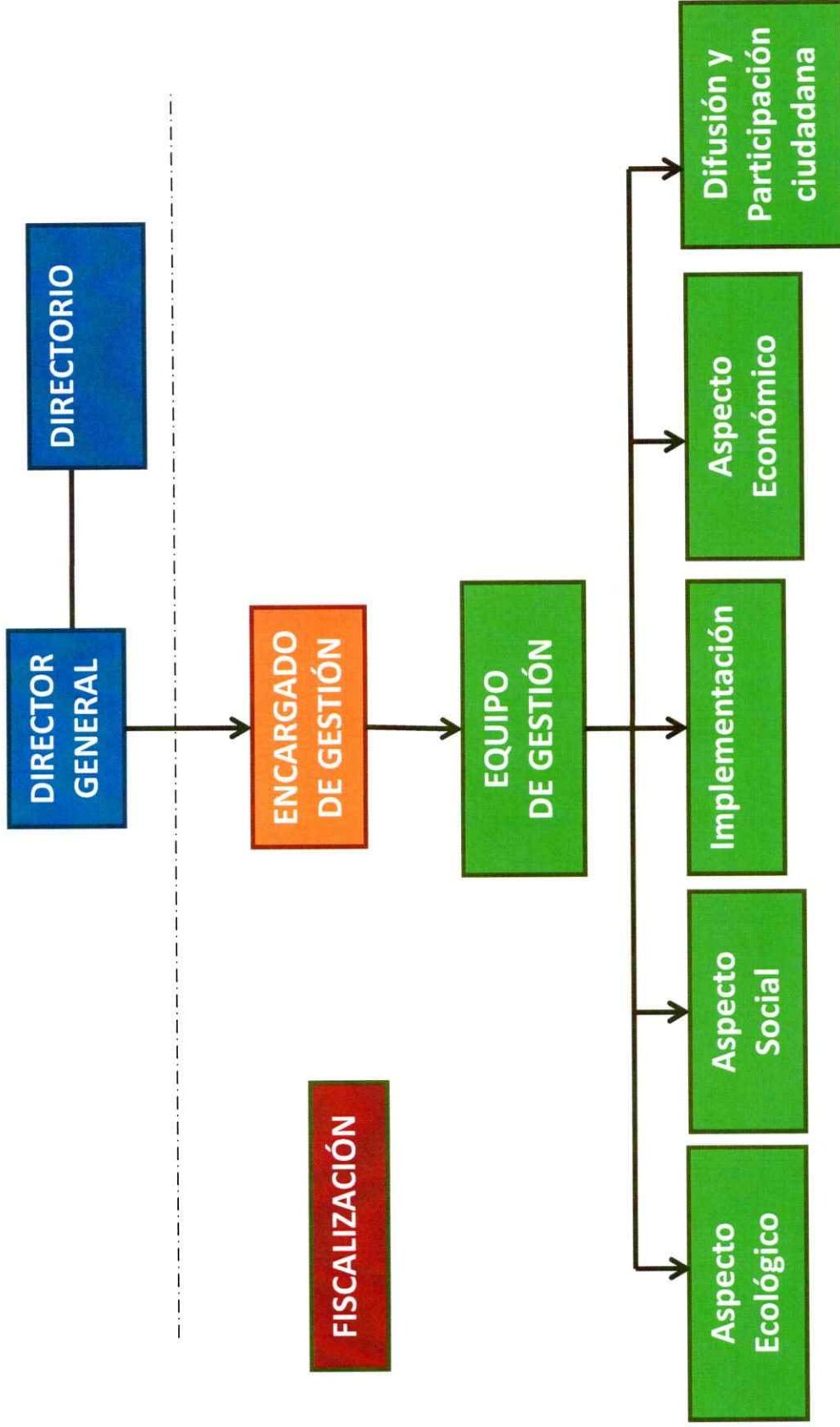


Figura 15. Propuesta de organigrama del grupo de gestión para la restauración del Humedal del Río Cruces (Elab. propia).

Así, el aspecto:

- social, debe abarcar temas como la relación de las culturas originarias y culturas con el humedal, y los servicios ecosistémicos que éstos reciben;
- ambiental, debe estudiar y describir el ecosistema desde su hidrodinámica, ecología, química y física (entre otros) y cómo estos se relacionan entre sí;
- económico, debe describir cómo el estado del ecosistema influye en las distintas actividades económicas de la microcuenca y en el turismo de los pueblos cercanos;
- de difusión y participación ciudadana, debe evaluar la mejor forma de hacer partícipe a la ciudadanía con talleres de educación ambiental y de información y participación ciudadana;
- de implementación, deberá evaluar los costos, beneficios, y viabilidad de las propuestas entre otros. Y encargarse de llevar a cabo las medidas propuestas.

La Tabla 10 muestra la estructura de los participantes en la gestión del plan, los departamentos que este debiera de considerar, los integrantes de cada uno y el rol específico de cada uno.

Tabla 10. Propuesta de participantes del grupo de restauración del Humedal del Río Cruces.

Departamento	Integrantes	Funciones
Directorio		
Director	Moderador	Rol moderador. Debe preparar las reuniones, levantar actas de las sesiones y los acuerdos establecidos, hacer valer turnos y opiniones, establecer una estructura de diálogo, controlar tiempos y recordar sobre qué tema se está tratando.
Consejo	Intendente regional Municipios SEREMI MMA SAG CONAF DGA Ramsar UACH Representantes locales (comunidad y empresas)	Proponer medidas y criterios a incorporar en los programas específicos del proyecto. Aprobación de medidas y criterios desarrollados por el equipo de gestión.
Equipo de gestión		
Encargado de Gestión	Especialista en restauración	Coordinar al equipo de gestión. Informar periódicamente al directorio de los avances y dificultades del proyecto. Establecer la necesidad de generar convenios de colaboración (técnica o económica) con otras entidades especializadas en el tema. Requerir al equipo de gestión la información y antecedentes que estime necesarios para el proyecto.
Social	Sociólogos	Formulación de medidas y criterios relacionados con la conservación y uso sustentable de los componentes y servicios ecosistémicos. Cumplimiento de convenios internacionales de culturas originarias.
Ecológico	Ciencias ambientales	Formulación de medidas y criterios relacionados con recursos hídricos, suelo, flora, fauna, hábitats, paisajes y ecosistemas. Cumplimiento de convenios internacionales en materia ambiental.
Económico	Economistas	Formulación de medidas y criterios relacionados con actividades económicas que se desarrollen en la microcuenca.
Difusión y participación ciudadana	Periodistas	Desarrollar y ejecutar programas de difusión del proyecto y participación ciudadana (talleres, portal web, consulta ciudadana).
Implementación	Ingenieros Ambientales	Análisis de costos, análisis FODA, análisis de riesgos y operatividad del proyecto, capacitaciones.
	Técnicos	Implementación. Monitoreo de los programas de las distintas áreas.

4.3.5 Funcionamiento del Plan

Los acuerdos se lograrán mediante consenso de todos los miembros del directorio (excepto el moderador). Si bien este método requiere más tiempo, organización y colaboración que la simple votación por mayoría, se estará velando por que cada opinión sea escuchada y ponderada por los demás integrantes, siendo considerada en la decisión final (representando y responsabilizando a todos)¹⁶. En caso de no establecer consenso tras varias reuniones, se podrá optar a votación por suma de puntajes (seleccionar la opción que mejor puntaje posea) dejando registrado el puntaje que cada miembro dio a cada opción.

i. Fiscalización

Ante la pregunta al grupo de expertos entrevistados

¿Quién sería el organismo fiscalizador del proceso de restauración en Chile? ¿Ya existe? (pregunta no dirigida al CDE)

Respuesta

- los entrevistados respondieron que no existe un organismo fiscalizador del proceso de restauración en Chile, pero de haberlo está relacionado con el nuevo Ministerio de Medio Ambiente. Los organismos mencionados fueron: Superintendencia del MMA, Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Unidad de Recursos Naturales y unidad de Recursos Hídricos, y MMA con apoyo de SERNAPESCA, SAG, DGA, entre otros.

¹⁶ <http://seedsforchange.org.uk>

Dada la ausencia de una institución responsable se recomienda que la fiscalización se realice bajo los principios de la gobernanza ambiental. Ésta, según Delgado y col. (2007), considera que la gestión de los recursos naturales no es solo responsabilidad de las organizaciones de gobierno, sino también de los actores locales que viven y se relacionan con un ecosistema específico.

Este tipo de asociación debiera propender a la democratización en la toma de decisiones y una participación empoderada de la comunidad en el manejo de los recursos. A través de ello será posible obtener beneficios reales y compromisos de la comunidad para la conservación y el uso sustentable de los recursos naturales. Por tanto, cualquier ejercicio de la gobernanza se deberá basar inicialmente en: 1) involucramiento o representación de todos los actores interesados; 2) transparencia–apertura en la toma de decisiones; 3) acceso a la información y la justicia – comunicación certera, efectiva y abierta; 4) principios adaptativos, aprender de los errores y corregirlos; 5) coherencia–un enfoque consistente – multidisciplinario; 6) subsidiaridad– las decisiones se toman al nivel más bajo que sea apropiado; 7) respeto por los derechos humanos–calidad de vida; 8) responsabilidad frente a terceros–por los resultados en lo económico, social y ambiental; 9) aplicación de las normas legales de manera imparcial, transparente y consistente, a todos los niveles. Respecto de cualquiera de estos principios, sin embargo, se debe cuidar en diferenciar el discurso simbólico de la acción concreta.

ii. **Financiamiento del Plan.**

En este ítem, se consideró la respuesta del panel de expertos y la encuesta de LME-PULSO (2008). Se propone que el financiamiento debería ser auto-gestionado por la comunidad local. Si bien el causante del daño es quien debe pagar inicialmente una cifra de dinero, basado en el principio del que contamina paga, el desarrollo continuo de un plan de restauración debiera ser responsabilidad tanto de los actores locales, como de las instituciones gubernamentales locales y regionales.

a) Entrevista al panel de expertos:

¿Quién se debería hacer cargo de los costos económicos de un proceso de restauración?

Un entrevistado (Académico 2) respondió que el Estado debe hacerse cargo de los costos económicos de un proceso de restauración (y que ellos vean si se le da la responsabilidad a otro). Los demás respondieron que debía ser el responsable por el daño ambiental, pero que de ser necesario o dependiendo del caso, debía involucrarse el Estado también.

b) Encuesta ciudadana (LME-PULSO, 2008):

El 43% de los encuestados estaría dispuesto a que la comunidad pague por la recuperación del humedal. Y el 57% estaría dispuesto a hacer un aporte económico en el caso de que se genere un plan de conservación de los cuales el 90% estaría dispuesto a aportar \$5.000 o menos.

Por otra parte, respecto a quiénes deben financiar la recuperación y conservación del humedal, los principales actores mencionados son CELCO, el Gobierno Regional y el Gobierno Nacional (55%, 50% y 50% respectivamente).

iii. Modo de Ejecución del plan

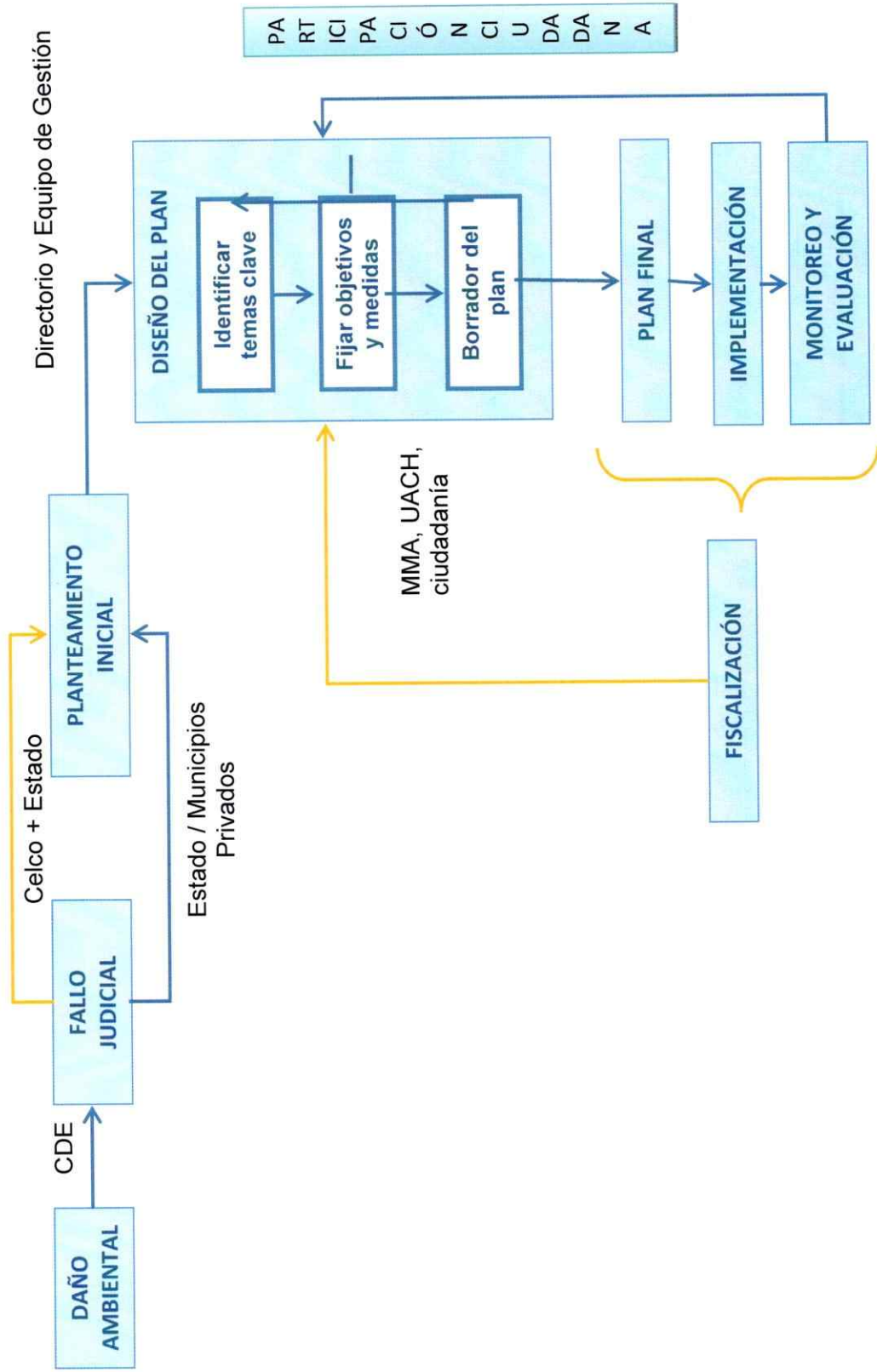
En el contexto del humedal del Río Cruces, lo primero fue determinar que sufrió un daño ecológico (ver punto 4.2 de este escrito), proceso que fue realizado por el CDE a través de una demanda contra la presunta empresa responsable, CELCO. Frente a esto, existen dos posibles escenarios (Figura 15): un fallo contra CELCO (culpable) o un fallo a favor (no culpable). De ser en contra, quienes deberían dar inicio al proceso de restauración son el responsable por el daño ambiental y el Estado (a través de una de sus instituciones, para velar por que el proceso se haga de una forma transparente y adecuada). Y de ser a favor, deberían ser los interesados en mantener un cierto estado del humedal, que en este caso sería el Estado o los municipios afectados (en su rol de velar por el derecho de la ciudadanía a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental) o instituciones privadas (e.g. ONGs) que crean en el deber de restaurar el sitio.

Una vez planteada la necesidad de restaurar inician su trabajo el directorio y el equipo de gestión (ver punto 4.3.4 de este escrito) en el diseño del plan, identificación de temas clave y establecimiento de objetivos, considerando en sus etapas la entrega

de información y consulta a la ciudadanía. En la medida que surjan nuevas ideas o necesidades se debe ir reestructurando el plan. Por el mismo motivo, el monitoreo debe realizarse en paralelo con la implementación del plan de restauración.

Si el plan de restauración fuera responsabilidad de la empresa, el Estado deberá realizar el proceso de fiscalización para asegurar que se está cumpliendo con lo estipulado en la demanda. También pueden ser parte de este proceso la ciudadanía y la UACH como agente complementarios.

Figura 16. Procedimiento para llevar a cabo el plan de restauración del Humedal del Río Cruces. (Elab. propia)



5 DISCUSIÓN

5.1 *Concepto de restauración en Chile y sus implicancias*

La restauración del Humedal del Río Cruces es importante ecológicamente (para conservar la biodiversidad, funciones y procesos), económicamente (para sustentar la economía turística y servicios ecosistémicos) y socialmente (para sustentar una imagen ciudad). Y requiere de la articulación de distintos actores de la sociedad para su aporte y desarrollo.

Pese a la importancia de realizar este tipo de gestión y del desarrollo de la restauración de ecosistemas y en específico de humedales, en Chile no se ha desarrollado un concepto institucional de Restauración Ecológica a nivel estatal, amparándose sólo en el concepto de recuperación definido por la ley 19300 como:

"la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas".

Como bien mencionan Alamos (1999) y Colacrai y Lorenzini (2010), Chile es un país de tradición legalista (visto como un profundo apego a la ley); por lo tanto, si no hay ley no se aplica. Es por eso que la ausencia del concepto en una ley o reglamento que permita sentar las bases de restauración genera inmovilidad institucional, impidiendo el desarrollo de iniciativas, conocimiento y capacidades internas para desarrollar la restauración a nivel estatal, especialmente en humedales. Y esta

definición, más que sentar las bases, tiene vacíos y deja interrogantes como ¿a qué se refiere con una calidad similar a la anterior? o ¿Quién establece esa calidad cuando la información sobre el ecosistema, previa a las alteraciones experimentadas, es escasa/nula? entre otras. Es así como las iniciativas de restauración en Chile vienen principalmente de empresas privadas, ONGs, ciudadanía y academia.

Por otra parte, la misma ley hace referencia a trabajos de restauración que deben aplicar proyectos que ingresen al SEIA (art. 24). Sin embargo, la ausencia del concepto permite que cualquier medida sea considerada de restauración cuando no lo es realmente, prestándose para confusiones. Un ejemplo de esto es la "restauración" de bofedales realizada por la minera Doña Inés de Collahuasi¹⁷, que consistió en un traslado de bloques de un bofedal hacia una quebrada degradada y en desuso, una medida que puede considerarse como una de compensación, pero no de restauración.

5.2 Enfoques de restauración: el uso de especies exóticas.

En muchos casos de manejo o mitigación se permite implementar medidas que incluyen el uso de especies exóticas para alcanzar las metas deseadas. Por ejemplo, uso de especies vegetales que extraen metales pesados (Kamal y col., 2004; Ball y col., 2005), plantas nodrizas, plantas para fijación de nitrógeno, pero todas en etapas específicas del proyecto y con un fin determinado. Sin embargo, una de las bases de la restauración es controlar y erradicar las especies exóticas (SER Internacional, 2004),

¹⁷ <http://www.collahuasi.cl/pdf/sustentable/5medioAmbiente.pdf>, <http://www.ceh.cl/experiencia-en-humedales/experiencia-en-humedales/>, <http://www.seminarioscorma.cl/docs/presentaciones/florayfauna/Hector%20Lagunas.pdf>.

principalmente aquellas que puedan ser invasoras, para evitar en el futuro lo que se está arreglando con el proyecto: la degradación del sistema.

La demanda del CDE posee un aspecto cuestionable desde una perspectiva ecológica, ya que exige la recuperación de la población de luchecillo (*E. densa*) en el humedal, una especie exótica invasora. Según la entrevista realizada al CDE, el argumento base para esta exigencia vuelve sobre el concepto de recuperación de la ley 19300: "la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas". En este caso, la idea de "anterioridad al daño causado" enlaza el humedal con la población de luchecillo.

Considerar esta definición de manera literal tiene varias implicancias. La primera supone favorecer el repoblamiento de una especie exótica invasora en contra de una especie nativa como *Potamogeton sp.*, planta que forma parte de la dieta de cisnes de cuello negro y taguas (Ramsar, 2005). Es más, algunos de los entrevistados plantearon que la erradicación de exóticas invasoras requiere mucho esfuerzo y puede tener un alto costo, entonces ¿Por qué desaprovechar que *E. densa* ha disminuido su cobertura y perder la oportunidad de potenciar la especie nativa?

En segundo lugar, aceptar una demanda de este tipo iría en contra de tratados internacionales y lineamientos nacionales que intentan erradicar y controlar las especies exóticas invasoras como lo son Ramsar¹⁸, CDB¹⁹, la Estrategia Nacional de

¹⁸ Plan Estratégico 2009-2015, Objetivo 1, estrategia 1.9. Especies invasoras exóticas. http://www.ramsar.org/pdf/key_strat_plan_2009_s.pdf 7/09/2012

¹⁹ Convenio sobre Diversidad Biológica. <http://www.cbd.int/convention/text/>

Biodiversidad y la Estrategia Regional para la Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad de la Décima Región de Los Lagos, por mencionar algunos.

Tercero, se supone la existencia de una línea base adecuada que indique la cobertura real de luchecillo en el humedal al año 2003/2004 y que permita establecer un sistema de referencia actualizado. Sin embargo la última referencia cuantitativa de cobertura de luchecillo hasta antes del “desastre” corresponde al año 1996 (San Martín y col. 2000), dejando un vacío de información de 16 años. En vista de que el humedal es un sistema dinámico, puede haber cambios en la composición y estructura del ecosistema que no han sido estudiados y que podrían haber modificado la cobertura de la exótica.

Finalmente, que un organismo del Estado exija recuperación de la especie invasora sienta un precedente para que otras instituciones (privadas) se tomen la libertad de restaurar humedales con especies exóticas invasoras, como es el caso del humedal El Membrillo en Algarrobo, donde se “restauró” con luchecillo²⁰. Por lo tanto, con un mínimo de comunicación entre las instituciones de gobierno y coherencia con las estrategias que dentro de ellas se formulan no deberían ocurrir contradicciones como ésta que implican lidiar entre el concepto ecológico de restauración y el legal. Es importante establecer la restauración como un tema en la agenda política local y que ésta empiece a realizarse desde dentro del sistema gubernamental para que después exista la credibilidad suficiente para hacer las exigencias a terceros.

²⁰ <http://www.fundacionkennedy.cl/noticias2008/comunicado-8.htm>

5.3 Participación ciudadana y Ecologismo de los pobres.

El análisis de los resultados muestra que los pobladores de la Región expresan su preocupación e interés por recuperar el humedal. A través de la disposición a pagar por la recuperación de este (57% de los entrevistados), es posible ver que incluso estratos económicos bajos y medio (D y E) aportarían recursos con este objetivo, pese a su dificultad económica. Actitud sin la cual sería imposible el desarrollo de una aproximación participativa para la restauración del Humedal del Río Cruces. ¿Qué es lo que motiva esta actitud? Es cada día más evidente el tema de participación ciudadana en problemas ambientales en Chile y a nivel mundial, sobre todo relacionado a pérdidas de recursos o de disminución de la calidad ambiental en espacios geográficos específicos (Sanzana, 2011; Oñate, 2009). En los últimos años, la ciudadanía mundial se ha movilizó para dar a conocer acciones antrópicas que afectan o podrían afectar la biodiversidad, así como los efectos de ésta, sobre los ecosistemas naturales. También se ha visto el aumento o emergencia cada vez mayor de diversos conflictos ambientales sobre todo en Chile y otros países de América Latina (Folchi, 2001, Delgado y col., 2009). ¿Podría plantearse que existe una mayor conciencia de la pérdida y degradación de recursos y/o de los ecosistemas en Chile?

Folchi (2001) da una explicación a la participación social en el área ambiental en Chile, el llama a esta emergencia participativa ciudadana “el *Ecologismo de los Pobres*” o “Ecologismo Popular” que proviene de la necesidad de los pobres por mantener los recursos naturales para su subsistencia (Folchi, 2001; Guha, 1994; Martínez Alier, 2002). En este caso, tan importante -o más- que la defensa del medio ambiente en sí

mismo, es la defensa de la gente que depende de él para mantenerse, ya sea por forrajeo para el ganado, agua para consumo humano, leña, entre otros (Guha, 1994). En Chile tenemos ejemplos de cómo opera el concepto del ecologismo de los pobres, asociado a la recuperación de un humedal urbano ubicado en las cercanías de la Villa Claro de Luna en Valdivia realizado por la junta de vecinos de la villa, que veían la degradación del humedal como una amenaza social (Skewes y col., 2012); o el caso del humedal Los Batros, en Concepción, donde la ciudadanía se organizó para evitar un proyecto inmobiliario en el humedal (Sanzana Calvet, 2010). En el ecologismo de los pobres se enfrentan “ricos” contra “pobres”, los “malos” contra los “buenos” (Folchi, 2001), los explotadores del sistema natural en pro de una economía-industrial creciente contra una comunidad que depende del sistema y que tiene un control menos intensivo y destructor sobre él (Guha, 1994).

El caso de restauración del Humedal del Río Cruces en primera instancia se podría enmarcar dentro del concepto del ecologismo de los pobres donde los “buenos” son la comunidad cuya percepción es que la degradación del humedal generó impactos económicos negativos y pérdida de turismo, de calidad de vida e imagen ciudad sobre ellos. Siendo la empresa de celulosa el ente poderoso y explotador de recursos, acusado de degradar el ecosistema y usufructuar de él. Sin embargo, es complejo aplicar este concepto al caso del humedal del Río Cruces ya que, si bien la comunidad exige la recuperación de la calidad del agua y de las poblaciones de cisnes, se trata de un ecosistema donde, antes del año 1960, no existía el emblemático humedal y cuyas pendientes ya habían sido degradadas para mantener una actividad agrícola, ganadera y forestal, por lo que la degradación del sistema era inminente. En ese sentido no se podría hablar de “buenos” y “malos”, ni de “explotadores” y “abusados” como un

sistema dicotómico de blanco y negro cuando la realidad es que existe una amplia gama de grises que involucra a todos los actores.

Ante dificultades como ésta Folchi (2001) indica que, más que una guerra dicotómica, el ecologismo de los pobres nace a partir de intereses sobre el medio ambiente que se contraponen. Sin existir necesariamente una clasificación de buenos y malos, la idea última del autor es que no importa de dónde surge el ecologismo, sino las acciones que se toman: la defensa del medio ambiente, ya sea para recuperar cisnes o calidad de agua en el caso del humedal del Río Cruces. En este sentido, los intereses, claramente contrapuestos, serían el uso del humedal como una imagen de ecosistema sano que atrae el turismo y genera una buena imagen ciudad, por parte de la ciudadanía, contra un uso industrial captador de materias primas y receptor de desechos, por parte de la empresa.

Por tanto estaríamos ante la presencia de un fenómeno socio-ambiental con varias dimensiones, donde no es posible determinar el origen del problema ecológico-ambiental, puesto que al no contar con un ordenamiento del territorio (Torres-Gómez, 2012), una fiscalización eficaz, normas de calidad ambiental ni protección eficaz de los sitios RAMSAR (Verardi, 2012), es imposible determinar quién o quiénes son los responsables del daño ambiental, eso sumado a que las respuestas de los ecosistemas ante perturbaciones no son lineales (Tironi, 2012). Por tanto podríamos estar en una situación a la que Niklas Luhmann (1992), denomina riesgo socio-ambiental, esta es la forma mediante la cual la sociedad contemporánea observa los efectos de su desarrollo. Este fenómeno se enmarca dentro de una corriente teórica que observa las consecuencias inesperadas de la modernidad, como por ejemplo la contaminación, o extinción de especies y ecosistemas.

5.4 Inclusión de actores locales en manejo y/o restauración en Chile: Ventajas y desafíos.

Un aspecto importante a tener presente en la actualidad es el planteamiento de las organizaciones mundiales respecto a la inclusión y participación de las sociedades humanas en políticas, planes y programas para el desarrollo sustentable y la conservación de los recursos naturales (Gligo, 2006; Delgado y col., 2007). Tanto la UICN (2004), en su programa 2005-2008 (*Muchas voces, Una tierra*), como la Evaluación Ambiental Estratégica propuesta por la OECD (2007), remarcan la necesidad de una participación activa de la sociedad en programas de conservación y desarrollo sustentable. Enfatizando que el carácter efectivo y sostenido de la misma es vital para que estos programas funcionen. De hecho, uno de los retos que plantea esta nueva visión política internacional es asegurar que la participación sea efectiva, y no sólo un ejercicio de información, "por más detallado, riguroso y completo que este último sea". Todo proceso de participación debe ofrecer la oportunidad de influenciar en las decisiones. En otras palabras, los ciudadanos deben ser co-participes de la gestión de los recursos naturales (Marín y Delgado, 2005; Bachmann y col., 2007; Delgado y col., 2007; Marín y Delgado 2008; Delgado, y col. 2009).

Bachmann (2006) analiza la participación social en Chile siguiendo el modelo participativo planteado por la FAO (1999) en el área de ecología y medioambiente (e.g. problemas y conflictos). La autora describe que la ciudadanía interesada y afectada sólo se involucra en la etapa de implementación de los proyectos ambientales, no incidiendo en la toma de decisiones, ni en la evaluación, ni programación y / o desarrollo de éstos (Bachmann y col. 2007). Por lo cual el ciclo del

modelo adaptativo propuestos por Holling (2001), estaría incompleto, fundamental para una estrategia de manejo integrado, manejo ecosistémico, restauración, etc.

A pesar de la urgencia que tiene la inclusión de actores locales y su participación para el manejo y la conservación de los sistemas eco-sociales (Bachmann, 2006; Delgado y col., 2007), para el desarrollo local (Delgado, 2010) y para la resolución de conflictos ambientales (Sabatini y col., 2000; Delgado y col., 2009), aún continúan los inconvenientes para ejecutar la participación ciudadana en varios ámbitos de la conservación y el desarrollo sustentable (Pahl-Wostl y col, 2007; Delgado, 2010).

Por tanto, el rol de la comunidad puede ser fundamental para restaurar los humedales o cualquier otro ecosistema, sobre todo a nivel local, siendo importante involucrarlos desde la planificación del proyecto y no sólo en su implementación. Sin embargo, existe una larga historia de desencuentros entre la ciudadanía y las instituciones ambientales que podrían ser un impedimento más que un facilitador para el desarrollo de una gestión participativa local. De hecho es una constante en nuestro país la amplia crítica ciudadana a las instancias participativas que se encuentran en el EIA (Sistema de Evaluación de Impactos Ambiental), tanto en su efectividad, temporalidad y transparencia (Sabatini *et. al.*, 2000). Por otro lado y como última instancia, los ciudadanos poseen la posibilidad de realizar demandas y denuncias formales por daños ambientales, para hacer evidente problemas ecológicos importantes como es el caso de la muerte de los cisnes de cuello negro en el Humedal de Río Cruces. Sin embargo, estas son de respuestas tardías sobre todo para aquellas localidades que subsisten de los servicios ecosistémicos y por otro lado para el ecosistema natural que ha sido perturbado.

Algunos otros aspectos a tener en cuenta al momento de pensar en un modelo participativo a nivel local para la restauración, manejo o uso sustentable son:

- Generación de una sensación de impotencia y desconfianza. Por ejemplo, lo que sucede en el sistema de participación ciudadana en el SEIA chileno (Sistema de Evaluación de Impactos Ambiental) donde la gente deja de ser parte de este tipo de participación (aún con la nueva institucionalidad ambiental) (Sepúlveda y Rojas, 2010). Esto se debe al escaso tiempo para enviar observaciones a los distintos proyectos, nulo apoyo para comprender los aspectos técnicos de éstos (por parte de las empresas o del Estado), y el carácter meramente consultivo y no vinculante.
- Manipulación de los beneficiarios. Los integrantes pueden ser llevados a priorizar la satisfacción de intereses particulares más que los del grupo o colectivo al que representan (Renaud, 2002).
- Falta de tiempo. El tiempo disponible que tiene cada miembro para ser parte del directorio propuesto es limitado ya que todos forman parte de otra estructura laboral (no trabajan únicamente siendo parte del directorio). Esto puede generar dificultades para agendar encuentros y discutir los temas en su totalidad, o sensación de pérdida de tiempo cuando no se logran resultados (Font, 2004).
- La falta de conocimientos técnicos en los miembros del directorio puede llevarlos a proponer o exigir medidas incompatibles con la realidad social, económica y/o ecológica. En este escenario se hace fundamental el rol del moderador, para transmitir las consideraciones de los técnicos.
- Dificultad de confiar en el conocimiento y de entender las necesidades del otro. Al haber miembros con distintos intereses y conocimiento es fundamental una

buena comunicación entre ellos para poder compatibilizar o priorizar (según sea el caso) opiniones tan opuestas que dificulten la llegada al consenso.

Es importante reconocer estos aspectos como posibles riesgos, al momento de crear un comité o directorio participativo local donde distintos actores deben ponerse de acuerdo en la toma de decisiones, y así tomar las medidas necesarias para equilibrar conocimientos, y manejar las herramientas de comunicación y de solución de conflictos. Y no vistos como limitantes para desarrollar planes en conjunto.

5.5 Restauración ecológica: Una utopía antropocéntrica y su necesidad.

Se puede decir que la restauración ecológica es una ciencia que estudia los métodos naturales y artificiales por los cuales un ecosistema se puede recuperar. Sin embargo la necesidad del hombre por aplicarla (de convertirla en acciones específicas de recuperación), hace de la restauración ecológica un concepto antropocéntrico.

Este es el caso del humedal del Río Cruces donde el exhaustivo uso que se le ha dado a la cuenca donde se ubica conllevó impactos que afectaron la salud del humedal y, finalmente, la calidad de vida de las personas que dependen (en distintos modos y grados) de él. Sin embargo, los resultados muestran que el ecosistema sigue su curso pese a las perturbaciones sufridas, mostrando en la actualidad principalmente un régimen de aguas intermedio en comparación a uno de aguas turbias al año 2004-2005. Aun así, existe el deseo de la comunidad de reparar lo antes posible el sistema hacia el estado anterior para poder ver en el corto plazo la recuperación de las poblaciones de cisnes y taguas, del turismo, de la imagen ciudad y la imagen país (y con ello solicitar el retiro del Registro de Montreux).

Más allá de decir si el concepto es “bueno” o “malo”, hay que entender que es natural la necesidad del hombre por reparar lo que cree que está mal. Que es una forma de controlar la nostalgia ambiental (sensu Delgado y col., 2009) generada por una idea de progreso que se basa en la utilización desmedida y poco responsable de recursos naturales (Delgado y col., 2009), que genera degradación de los ambientes naturales (eutroficación de las aguas, fragmentación de ambientes, erosión de suelo, pérdida de especies, entre otros) y trae, además, una disminución de la calidad de vida.

¿Son los ecosistemas “quien o quienes necesitan” restaurarse para seguir existiendo?. Los ecosistemas son dinámicos y si su capacidad de resiliencia y resistencia no es suficiente ante perturbaciones, sus características se modifican según las nuevas condiciones. Sin embargo, es evidente que no se puede hablar de una restauración real, o de volver a su estado original (Tironi, 2012), ya que es imposible recuperar, por ejemplo, las condiciones genéticas de una comunidad o la complejidad de las interacciones y procesos perdidos. Nuestro conocimiento sobre los ecosistemas son tan acotados que pensar en la restauración es una utopía y como dice Katz (citado en Light, 2003) “la naturaleza restaurada no puede nunca reproducir el valor real de la naturaleza”. En ese sentido, lo perdido está perdido por mucho que la imitación sea, a nuestros ojos, perfecta.

Lo que Light (2003) propone es hacer “un esfuerzo por restaurar una parte importante de las relaciones humanas con la naturaleza no humana” y utilizar la restauración como una estrategia de apoyo para la conservación (Young, 2000). Como apoyo a esta idea Little y Lara (2010) hablan de recuperación de servicios ecosistémicos como la oferta de agua en cuencas del sur de Chile que han sido

modificadas para establecer plantaciones forestales. Ellos indican que el grado de conservación de la cuenca, su estado y funcionamiento determinan el bienestar logrado en cada una de las actividades que demanda el servicio (agua potable, agricultura, pesca, otros). De modo que es posible integrar el desarrollo económico de una región con un manejo sustentable de la cuenca para mantener y/o recuperar el servicio ecosistémico. La propuesta es que la recuperación de un servicio ecosistémico específico sería más eficiente que intentar recuperar un ecosistema completo cuyas interacciones totales desconocemos.

6 CONCLUSIONES

Pese a que en la actualidad el humedal del Río Cruces muestra signos de un régimen de aguas claras, la estrecha relación que este ecosistema guarda con la ciudadanía abre la necesidad social de restaurar el humedal como una forma de recuperar la calidad de vida de las personas. Por lo tanto, es importante que tanto la ciudadanía como el Estado se comprometan con el manejo del humedal.

En general, en la gestión medio-ambiental no se considera el contexto social donde se encuentran los problemas ecológicos-ambientales ni la percepción de los distintos actores. Sin embargo, en este trabajo se intentó incluir a los actores involucrados en el caso del Humedal del Río Cruces, considerando sus percepciones y capacidades. Proponiendo un equipo multiusuario a nivel de directorio y multidisciplinario a nivel de gestión en el que se consideren distintos aspectos relacionados con las dinámicas del humedal.

Aunque en el pasado la búsqueda del responsable del deterioro ambiental del humedal generó polaridad entre los actores involucrados, lo que se necesita hoy es unificar los distintos conocimientos sobre el humedal y las capacidades de estos actores en pro del objetivo común, donde cada uno de ellos participe activamente para lograr el desarrollo de un plan que beneficie a todos los usuarios y que sea, en lo posible, ambientalmente sustentable. Ya que este trabajo no sirve de nada sin una adecuada relación entre los involucrados.

Finalmente cabe recalcar que a pesar de que este trabajo propone una estrategia para recuperar el humedal, y que en general la restauración permite mejorar los esfuerzos de conservación y parece ser la respuesta a la pérdida de la biodiversidad, llegar a esto significa que hemos degradado nuestros ecosistemas y que se ha perdido la diversidad intrínseca del sitio, por lo que el costo de restaurar siempre será más alto que el de conservar.

7 REFERENCIAS

- Abarca, F. 2007. Técnicas para evaluación y monitoreo del estado de los humedales y otros ecosistemas acuáticos. En: Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R. y L. Zambrano (eds). 2007. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Páginas: 113- 144.
- Agència Catalana de l'Aigua, 2009. Agua y cambio climático: diagnosis de los impactos previstos en Cataluña. Documentos del cambio climático. [Disponible en línea en]: http://aca-web.gencat.cat/aca/documents/es/publicacions/escenaris_climaticos.pdf. Visitado: 11-2012.
- Aizman, F. 2007. Propuesta de ordenación redial y restauración ecológica del fundo Cau-Cau, comuna de Valdivia. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. 91 p.
- Alamos, P. 1999. Algunas fuentes históricas de la política exterior de Chile. Revista de Estudios Internacionales, Número 126, Año XXXII. Páginas: 3-39. [Disponible en línea en]: <http://www.revistaei.uchile.cl/index.php/REI/article/viewFile/14990/15405>
- Apostol, D. y M. Sinclair. 2006. Restoring the Pacific Northwest: the Art and Science of Ecological Restoration in Cascadia. Island Press, Washington, D.C. capítulo!
- Armesto, J.J., M.A. Bustamante-Sánchez, M.F. Díaz, M.E. González, A. Holtz, M. Nuñez-Avila y C. Smith-Ramírez. 2009. Fire disturbance regimes, ecosystem recovery and restoration strategies in Mediterranean and temperate regions of Chile. In: A. Cerda, P. Robichaud & R. Primlani eds., "Restoration strategies after forest fire". pp. 537-567. Science Publishers, USA. [Disponible en línea en]: [http://146.83.237.36/focus/people_focus2/pdf/Armesto%20at%20al%20\(2009\)%20Fire%20disturbance.pdf](http://146.83.237.36/focus/people_focus2/pdf/Armesto%20at%20al%20(2009)%20Fire%20disturbance.pdf)
- Ayala-Carcedo, F. 2002. Notas sobre impactos físicos prevesibles del Cambio Climático sobre los lagos y humedales españoles. Instituto Geológico y Minero de España. En del Moral ed. III Congreso Ibérico de Planificación y Gestión de Aguas, Sevilla, Fundación Nueva Cultura del Agua, Páginas: 360-364. [Disponible en línea]: http://grupo.us.es/ciberico/archivos_acrobat/sevilla3ayala.pdf Visitado: 31-10-2012.
- Bachmann, P. (2006) La participación ciudadana y el manejo integrado: Un análisis eco-social de la Cuenca del río Aysén (XI Región, Chile). Seminario de título para optar al Título de Biólogo con mención en medio ambiente, Fac. Ciencias, Univ. de Chile, Santiago.

- Bachmann, P., Delgado, L. y V.H. Marín. 2007. Analysis of the citizen's participation concept used by local decision makers: the case of the Aysén watershed in southern Chile. *Int. J. Sustainable Development*, Vol. 10, No. 3, páginas: 251- 266.
- Baigún, C. y N. Oldani. 2005. Impactos ecológicos de represas en ríos de la porción inferior de la cuenca del Plata: escenarios aplicados a los recursos pesqueros. Páginas: 449-474. En: J. Petean y J. Cappato. *Humedales fluviales de América del Sur. Hacia un manejo sustentable*, Proteger Ediciones, Santa Fe, 561 pp.
- Ball, J., J. Carle y A. Del Lungo. 2005. Contribución de álamos y sauces a la silvicultura sostenible y al desarrollo rural. *Unasylva* 221, vol. 56. Páginas: 3-9.
- Barbier, E., Acreman, M. y D. Knowler. 1997. Valoración económica de los humedales - Guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención Ramsar, Gland, Suiza.
- Barko, J y R.Smart. 1981. Comparative influences of light and temperatura on the growth and metabolism of selected submersed freshwater macrophytes. *Ecological Monographs*, vol 51, N°2, páginas: 219-236.
- Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu y J.P. Palutikof (Eds.) 2008. El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC, Ginebra, 224 págs.
- Berger, J.J. 1990. Introduction. En: Berger, J.J. *Environmental Restoration. Science and strategies for restoring the Earth*, Island Press, Washington, D.C. Pp xv-xxiv.
- Bó y Málvarez. 1999. Las inundaciones y la biodiversidad en humedales. Un análisis del efecto de eventos extremos sobre la fauna silvestre.
- Boavida, M.J. 1999. Wetlands: Most relevant structural and functional aspects. *Limnetical* 7:57-63.
- Canicio, A., Ferrer, S., Ibáñez, C. y I. Ripoll. 2005. Manuales de desarrollo sostenible (1). Gestión y restauración de humedales. Fundación Santander Central Hispano.
- Carabias, J., Arriaga, V. y V. Cervantes Gutiérrez. 2007. Las políticas públicas de la restauración ambiental en México: limitantes, avances, razagos y retos. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, suplemento, nº 80. Pp: 85-100. [En línea en]: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=57708009>
- Castillo, A. 2005. Comunicación para la restauración: perspectivas de los actores e intervenciones con y por medio de las personas. En: Sánchez, O., Peters, E., Márquez-Huitzil, R., Vega, E., Portales, G., Valdez, M. y D. Azuara (eds). 2005. *Temas sobre restauración ecológica*. S y G editores, México. Páginas: 67-76.
- CEA y CONAMA. 2006. Protección y manejo sustentable de humedales integrados a la cuenca hidrográfica. Informe Final. Contrato CONAMA N°31-22-001/05. [Disponible en línea en]: http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/articles-41115_recurso_1.pdf. Visitado: 26-10-2012.

Colacrai, M. y ME. Lorenzini. 2010 .Identidad y Fuerzas Profundas en la Política Exterior de Chile. En: Busso, A (compiladora). Fuerzas profundas e identidad. Reflexiones sobre su impacto en la política exterior: un recorrido de casos - Editorial de la Universidad Nacional de Rosario, primera edición. Páginas: 6-41. [Disponible en línea en]: http://www.cerir.com.ar/admin/_cerir/archivos/libros/0000142/Busso%20-%20ebook%202.pdf

CONAMA. 2005. Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile.

CONAF. 2006a. Informe mensual de las actividades realizadas en el santuario de la naturaleza del humedal del río Cruces (Informe N°1). Oficina del Patrimonio Silvestre, Corporación Nacional Forestal, Provincial Valdivia, Región de los Lagos. Páginas: 29 pp. [Disponible en línea en]: <http://www.conaf.cl> (visitado: 03-08-2012).

CONAF. 2006b. Plan Integral de Gestión Ambiental del Humedal de Río Cruces. Editores: F. Díaz, L. Yáñez, C. Femenias, C. González, E. Huss, I. Mayorga, J.L. Galaz, L. Figueroa y O. Puentes. [Disponible en línea en]: <http://www.conaf.cl/parques/seccion-plan-gestion-ambiental-rio-cruces.html>

Correa-Araneda, F., J. Urrutia y R. Figueroa. 2011. Estado del conocimiento y principales amenazas de los humedales boscosos de agua dulce de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 84. Páginas: 325-340.

Daily, G.C. 1990. Nature's Services: Societal dependence on natural ecosystems.

De Groot, R.S., Wilson, M. y R. Boumans. 2002. A typology for the description, classification and valuation of ecosystem functions, goods and services. Ecological Economics 41 (3), 393-408.

Delgado. L. 2010. Gobernanza ambiental como una estrategia sustentable local para cuencas hidrográficas de América latina: caso de estudio la cuenca de Aysén. Tesis doctoral, Universidad Arcis.

Delgado, L.E., Bachmann, M., y B. Oñate. 2007. Gobernanza ambiental: una estrategia orientada al desarrollo sustentable local a través de la participación ciudadana. Revista Medio Ambiente y Desarrollo 23 (3), páginas 68-73.

Delgado, L. E., V. H. Marín, P. L. Bachmann, and M. Torres-Gomez. 2009. Conceptual models for ecosystem management through the participation of local social actors: the Río Cruces wetland conflict. Ecology and Society 14(1): 50.

Delgado, L.E, y V.H. Marín. 2005. FES-sistema: un concepto para la incorporación de las sociedades humanas en el análisis medioambiental en Chile. Revista Ambiente y Desarrollo 21 (3): 18-22. Santiago, Chile.

Di Marzio, W. y R. Mc Innes. 2005. Misión consultiva Ramsar: Chile (2005) Informe de Misión Santuario Carlos Anwandter (Río Cruces, Chile).

FAO. 1999. Grupo informal de trabajo, enfoques y métodos participativos. Recuperado el 17 de Junio de 2005, de <http://www.fao.org/participation/espanol/default.htm>

- Figueroa, M. 2004. Determinación de metales traza (Ni, Pb, Cr, Cu y As) en *Scirpus californicus*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias, Escuela de Química y Farmacia, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Páginas: 45. [Disponible en línea]: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fcf475d/pdf/fcf475d.pdf> Visitado: 30-10-2012.
- Folchi, M. 2001. Conflictos de contenido ambiental y ecologismo de los pobres: no siempre pobres, ni siempre ecologistas. EP, n°22, páginas: 79- 100.
- Fonturbel, F. 2005. Indicadores fisicoquímicos y biológicos del proceso de eutrofización del Lago Titikaka (Bolivia). Ecología Aplicada, vol.4, no.1-2. Páginas: 135-141. [Disponible en línea en]: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v4n1-2/a18v4n1-2.pdf> Revisado: 28-10-2012.
- Font, J. 2004. Participación ciudadana y decisiones públicas. Conceptos, experiencias y metodologías. En: Ziccardi, A (ed). Participación ciudadana y políticas sociales en el ámbito local, UNAM México-2004: 23-42.
- Fox, O. 2011. PRE_Humedal Laguna Batuco. Propuesta de Restauración Ecológica del Humedal Laguna de Batuco. Tesis de Magister, Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Gajardo, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria, Santiago, Chile. 165p.
- Galvez-Cloutier, R. y M. Sánchez. 2007. Trophic Status Evaluation for 154 Lakes in Quebec, Canada: Monitoring and Recommendations. Water Qual. Res., volumen 42, - número 4, páginas: 252-268.
- García, J.C., Henríquez, I. y D. Ramírez. 2006. Caso CELCO: una falla multisistémica. Revista de derecho ambiental, Año II/ N° 2, páginas: 141-166.
- Guha, R. 1994. El ecologismo de los pobres. Ecología política, N°8, páginas: 137-151.
- Gligo, N. 2006. Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después. Serie medio ambiente y desarrollo.
- Gobierno de Chile. Ley 19.300 Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Publicada en el Diario Oficial del 9 de marzo de 1994, modificada el 26 enero 2010 por la Ley 20.417.
- Higgs, E. 1997. What is Good Ecological Restoration?. Conservation Biology, volumen 11, n° 2:338-348.
- Holling, CS. 2001. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. Ecosystems 4 (5), páginas: 390- 405.
- Ibelings, BW., Portielje, R., Lammens, EHRR., Noordhuis, R., Berg, MS., Jooisse, W., y ML. Meijer. 2007. Resilience of Alternative Stable States during the Recovery of Shallow Lakes from Eutrophication: Lake Veluwe as a Case Study. Ecosystems 10, páginas: 4-16.

- Kamal, M., Ghaly, A.E., Mahmoud, N. y R. Cote. Phytoaccumulation of heavy metals by aquatic plants. *Environment International*, volume 29. Pp: 1029-1039.
- Lamb, D. y D. Gilmour. 2003. *Rehabilitation and Restoration of degraded forests*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK and WWF, Gland, Switzerland.
- Laboratorio de Modelación Ecológica (LME-PULSO). 2008. Estudio de opinión y percepción sobre el problema del humedal de Río Cruces. Proyecto "Elaboración de un modelo conceptual del ecosistemas del humedal de Río Cruces." Facultad de Ciencias, Programa PULSO, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Santiago, Chile. [Disponible en línea en]: <http://ecosistemas.uchile.cl/cruces/documentos/modelo/files/Encuesta1.pdf>
- Light, A. 2003. Restauración ecológica y la cultura de la naturaleza: una perspectiva pragmática. En T. Kwiatowska y J. Issa, *Los caminos de la ética ambiental*. Vol. II., México, Plaza y Valdés.
- Lindig-Cisneros, R. y L. Zambrano. 2009. Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas acuáticos. En: Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R. & L. Zambrano eds. *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Primera edición, Instituto Nacional de Ecología, México. Pp: 167-188.
- Little, C. y A. Lara. 2010. Opinión. Restauración Ecológica para aumentar la provisión de agua como un servicio ecosistémico en cuencas forestales del centro-sur de Chile. *BOSQUE* 31 (3), páginas: 175-178.
- Lorente, I., Gamo, D., Gómez, J.L., Santos, L., Camacho, L. y J. Navarro. 2004. Los efectos biológicos del cambio climático. *Ecosistemas* 13 (1), páginas: 103-110.
- Luhmann, N. 1992. *Sociología del riesgo*. Primera edición en español. Universidad Iberoamericana, Universidad de Guadalajara.
- Magaña, V. 2007. *Elaboración de escenarios de cambio climático para la región de estudio en el Golfo de México*.
- Marín, V. H. 2011. The 2004 ecosystem regime shift of the río Cruces wetland: testing the water depth hypothesis. [Disponible en línea: <http://ecosistemas.uchile.cl/fcruces/> revisado 10/julio/2012]
- Marín, V.H. y L.E. Delgado. 1997. Nueva estrategia para un desarrollo sustentable: Manejo Ecosistémico de los Recursos Naturales. *Ambiente y Desarrollo*, Vol XIII, Nº 2, páginas 70-76.
- Marín, V.H. y L.E. Delgado. 2005. El manejo ecosistémico de los recursos marinos vivos: un desafío eco-social. En Figueroa, E. (Editor). *Biodiversidad Marina: Valoración, Usos y Perspectivas ¿Hacia dónde va Chile?*. Editorial Universitaria, Chile. Páginas: 555-570.

- Marín, V.H. y L.E. Delgado (Eds.) 2008a. Elaboración de un Modelo Conceptual del ecosistema del humedal de Río Cruces. Segundo informe de avance. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. [Disponible en línea: <http://ecosistemas.uchile.cl>. Revisado el 10 de julio de 2012].
- Marín, V.H y L.E. Delgado (Eds.) 2008b. Elaboración de un modelo conceptual del ecosistema del humedal de río Cruces. Informe final. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. [Disponible en línea: <http://ecosistemas.uchile.cl>. Revisado el 5 de julio de 2012].
- Marín, V.H., Tironi, A., Delgado, L.E., Contreras, M., Novoa, F., Torres-Gómez, M., Garreaud, R., Vila, I. y I. Serey. 2009. On the sudden disappearance of *Egeria densa* from a Ramsar wetland site of Southern Chile: A climatic event trigger model. *Ecological Modelling* 220, páginas: 1752–1763. [Disponible en línea en]: http://ecosistemas.uchile.cl/antar/wp-content/uploads/2009/06/marin_etal2009.pdf
- Martínez, E. 1996. La restauración ecológica. *Ciencias*, número 43, páginas: 56-61.
- Martínez-Alier, J. 2002. *The environmentalism of the poor. A study of ecological conflicts and valuation*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Martínez-Ramos, M y X. García-Orth. 2007. Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80, páginas: 69-84.
- MMA. 2013. *Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile*. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. 30 pp. [Disponible en línea] <http://www.mma.gob.cl/biodiversidad/1313/w3-article-35208.html>. Visitado: 16-04-2013.
- Montes del Olmo, C., Rendón-Martos, M., Varela L. y Cappa M. J. 2007. *Manual de restauración de humedales mediterráneos*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Sevilla.
- Moya, B., Hernández, A. y H. Borrel. 2005. Los humedales ante el Cambio Climático. *Investigaciones Geográficas*, número 37. Páginas: 127- 132. [Disponible en línea]: <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/273/1/Moya-Humedales%20ante%20el%20cambio%20climatico.pdf> Visitado: 31-10-2012
- Mulsow, S. y M. Grandjean. 2006. Incompatibility of sulphate compounds and soluble bicarbonate salts in the Rio Cruces waters: an answer to the disappearance of *Egeria densa* and black-necked swans in a RAMSAR sanctuary. *Ethics in Science and Environmental Politics*, 5–11.
- Muñoz-Pedrerros, A. 2004. Los Humedales del río Cruces y la Convención Ramsar: un intento de protección fallido. *Gestión Ambiental* 10, páginas 11.26.
- Muñoz-Pedrerros, A., J. Moncada-Herrera y L. Gómez-Cea. 2012. Evaluación del paisaje visual en humedales del río Cruces, sitio Ramsar de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 85, páginas: 73-82.

Nahuelhual, L., D. Nuñez. 2010. Beneficios económicos de la recreación en áreas protegidas públicas del sur de Chile. *Estudios y Perspectivas en Turismo*: 19(5): 703-721.

Noss, R., Beier, F., Covington, W., Grumbine, R., Lindenmayer, D., Prather, J., Schmiegelow, F., Sisk, T., y D. Vosick. 2006. Integrating restoration ecology and conservation biology: a case study from ponderosa pine forests of the southwestern USA. *Restoration Ecology*, volumen 14. Pp: 4-10.

OCDE. 2007. *La Evaluación Ambiental estratégica. Una guía de buenas prácticas en la cooperación para el desarrollo.*

Oñate, B. 2009. *Construcción Social del Medioambiente: El Movimiento Ciudadano Acción por los Cisnes, Caso CELCO – Valdivia.* Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.

Osorio, C. 2009. *Impacto del crecimiento urbano en el medio ambiente del humedal de Valdivia 1992-2007.* Tesis de Magister, Facultad de arquitectura y urbanismo, Instituto de estudios Urbanos y Territoriales, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. [Disponible en línea]: <http://www.ieut.cl/wp-content/uploads/2011/01/ImpactodelCrecimientoUrbanoenelMedioAmbientedelHumedaldeValdivia.pdf> Visitado: 30-10-2012.

Oyarzún, C. y A. Huber. 2003. Nitrogen export from forested and agricultural watersheds of southern Chile. *Gayana Botánica*, 60(1). Páginas: 63-68. [Disponible en línea]: <http://www.scielo.cl/pdf/gbot/v60n1/art10.pdf> Revisado: 28-10-2012.

Palma, A., Silva, M., Muñoz, C., Cartes, C., y F. Jaksic. 2008. Effect of prolonged exposition to pulp mill effluents on the Invasive Aquatic Plant *Egeria densa* and other primary producers. A mesocosm approach. *Environmental Toxicology and Chemistry* 27, 387–396

Pahl-Wostl, C., M. Craps, A. Dewulf, E. Mostert, D. Tàbara, y T. Taillieu. 2007. Social learning and water resources management. *Ecology and Society* 12(2): 5. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art5/>

Pardo, S., H. Suárez y E. Soriano. 2006. Tratamiento de efluentes: una vía para la acuicultura responsable. *Revista MVZ Córdoba*, vol. 11 Supl (1), Páginas: 20-29. [Disponible en línea]: <http://apps.unicordoba.edu.co/revistas/revistamvz/MVZ-111s/111s-3.pdf> Revisado: 30-10-2012.

Pérez, A. y Navarrete. 2004. Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integral del recurso hídrico. Serie manuales de Educación y Capacitación ambiental 8. [Disponible en línea]: <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/descargas/andrade01.pdf>. Visitado: 11-2012.

Peña-Cortéz, F., Gutiérrez, P., Rebolledo, G., Escalona, M., Hauenstein, E., Bertrán, C., Schlatter, R. y J. Tapia. 2006. Determinación del nivel de antropización de humedales como criterio para la planificación ecológica de la cuenca del lago Budi, IX Región de La Araucanía, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, N° 36. Páginas: 75-91.

Perotti, MG., Diéguez, MC. y F. Jara. 2005. Estado del conocimiento de humedales del norte patagónico (Argentina): aspectos relevantes e importancia para la conservación de la biodiversidad regional. Revisión. *Revista Chilena de Historia Natural* 78. Páginas: 723-737. [Disponible en línea]: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v78n4/art11.pdf>

Quirós, R., Boveri, MB., Petracchi, CA., Rennella, AM., Rosso, JJ., Sosnovsky, A. y HT Von Bernard. 2005. Los efectos de la agriculturización del humedal pampeano sobre la eutrofización de sus lagunas. Páginas: 1-16. En: J.G. Tundisi, T. Matsumura-Tundisi, C. Sidagis Galli (eds.). *Eutrofização na América do Sul: Causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle*, Instituto Internacional de Ecología, Instituto Internacional de Ecología e Gerenciamento Ambiental, Academia Brasileira de Ciências, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Inter - Academy Panel on International Issues, InterAmerican Network of Academies of Sciences. 531p

Ramsar. 2010. El cuidado de los humedales, una respuesta al cambio climático.

Ramírez, C., Carrasco, E., Silvana, M. y N. Palacios. 2006. La desaparición del lucheillo (*Egeria densa*) del Santuario del río Cruces (Valdivia, Chile): Una hipótesis plausible. *Ciencia & Trabajo* 8, 79-86. [Disponible en línea en]: <http://www.cienciaytrabajo.cl/pdfs/20/pagina%2079.pdf>

Ramírez, C. y C. San Martín. 2008. Ecosistemas Dulceacuícolas. En: CONAMA. *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*. Ocho Libros Editores Ltda., segunda edición. Santiago, Chile. Pp: 106- 117.

Renaud, C. 2002. Beneficios y riesgos de la participación ciudadana en la gestión pública. En: Renaud (ed) *La participación de la sociedad civil en la constitución de 1999*. ILDIS, Producciones gráficas, C.A, Caracas, Venezuela, pp: 14-25. [Disponible en línea en]: <http://www.ildis.org.ve/website/administrador/uploads/PC2.pdf>

Río, M. 2012. Plan de Manejo: Proyecto de Forestación con Especies Nativas en Parque Nacional Torres del Paine. Departamento de Operaciones Forestales, Patagonia Sur. 25 páginas.

Rodríguez, M. y CL de la Maza (eds). 2005. Restauración ambiental. En el Marco del proyecto FONDEF D98/1036. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.

Rodríguez, DAC., R. Mejía y N. Aguirre. 2007. Aproximación a la determinación del impacto de los vertimientos de las aguas residuales domésticas del municipio de Ayapel, sobre la calidad del agua de la ciénaga. *Revista Facultad de Ingeniería*, N 40. Páginas: 41-58. [Disponible en línea]: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n40/n40a03.pdf>
Visitado: 30-10-2012.

- Sabatini, F., Sepúlveda, C., y P. Rojas. 1996. Cinco dilemas sobre participación ciudadana y evaluación de impacto ambiental. *Ambiente y Desarrollo*, vol XII, N°1, páginas: 16-21.
- Samper, J., Li, Y., Pisani, B., Riberiro, L., y Fakir, Y., y T. Stigter. 2011. Evaluación de los impactos del cambio climático en los acuíferos de la Plana de la Galera y el aluvial del Ebro en Tortosa (España) dentro del Proyecto CLIMWAT.
- San Martín, C., Contreras, D., y C. Ramírez. 2000. El recurso vegetal del Santuario de la naturaleza "Carlos Andwanter" (Valdivia, Chile). *Revista geográfica de Valparaíso*, n°31, páginas: 225- 235.
- San Martín, C., R. Medina, P. Ojeda y C. Ramírez. 1993. La biodiversidad vegetacional del Santuario de la Naturaleza "Río Cruces" (Valdivia, Chile). *Acta Botánica Malacitana* 18: 259-279.
- Sánchez, O. 2005. Restauración Ecológica: algunos conceptos, postulados y debates al inicio del siglo XXI. En: Sánchez, O., Peters, E., Márquez-Huitzil, R., Vega, E., Portales, G., Valdez, M. y D. Azuara (eds). 2005. *Temas sobre restauración ecológica*. S y G editores, México. Páginas: 15-29.
- Sanzana Calvet, M. 2010. Ha lugar. La producción del espacio en el conflicto por el humedal Los Batros. Instituto de Estudios Estratégicos para el Desarrollo Humano.
- Schlatter, R. y Sielfeld, W. 1998. Information on Ramsar wetlands. Santuario de la naturaleza e investigación científica Carlos Anwandter del río Cruces, Valdivia. (online) URL: <http://www.wetlands.org/reports/ris/6CL001.html>.
- Sepúlveda, C. y A. Rojas. 2010. Conflictos ambientales y reforma ambiental en Chile: una oportunidad desaprovechada de aprendizaje institucional sobre participación ciudadana. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA*. Páginas: 15- 23.
- SER Internacional, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica. [Disponible en línea en]: www.ser.org
- Skewes, JC., Rebbein, R. y C. Mancilla. 2012. Ciudadanía y sustentabilidad ambiental en la ciudad: la recuperación del humedal Angachilla y la organización local en la Villa Claro de Luna, Valdivia, Chile. *EURE*, volumen 38, número 113, páginas 127-145.
- Soto-Gamboa, M., Lagos, N., Quiroz, E., Jaramillo, E., Nespolo, R., y A. Casanova-Katny. 2007. Causes of the disappearance of the aquatic plant *Egeria densa* and black-necked swans in a Ramsar sanctuary: comment on Mulsow & Grandjean (2006). *Ethics in science and environmental politics ESEP*, Vol. 2007, páginas: 7-10
- Tironi, A. 2012. Propuesta teórica para el análisis topológico de redes ecológicas: en la búsqueda de la resiliencia ecológica. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile,

Torres-Gómez, M. 2012. Evaluación de los instrumentos de gestión de recurso hídricos amenazados por la actividad silvoagropecuaria. El caso de la Cuenca del Río Cruces (Chile). Tesis de postgrado, Máster en Planificación y Gestión Ambiental, Universidad de Barcelona.

Trama, F. 2005. Manejo activo y restauración del humedal Palo Verde: Cambios en las coberturas de vegetación y respuesta de las aves acuáticas. Tesis de postgrado Universidad Nacional, Instituto internacional en conservación y manejo de vida Silvestre, Magister Scientiae en conservación y manejo de vida Silvestre. Costa Rica.

UACH. 2005. Informe Final: "Estudio sobre origen de mortalidades y disminución poblacional de aves acuáticas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, en la Provincia de Valdivia". Convenio complementario específico N° 1210-1203/2004-12-14. Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA)-Universidad Austral de Chile. 443 páginas. [Disponible en línea en]: <http://www.ceachile.cl/Cruces/PDF/25.%20Informe%20final%20UACH.pdf>.

UICN. 2004. Muchas voces, una tierra. El programa 2005-2008 de la UICN.

UNESCO. 2003. Agua para todos, agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo.

Verardi, G. 2012. Aplicación de herramientas de sensoramiento remoto para la conservación y gestión del humedal del Río Cruces. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Vila, I., Veloso, A., Schlatter, R. y C. Ramírez (eds.). 2006. Macrófitas y Vertebrados de los Sistemas Límnicos de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Vitale, L. 1983. Hacia una historia del Ambiente en América Latina – de las culturas aborígenes a la crisis ecológica actual. Nueva Imagen, México.

White, W., R. Morton y C. Holmes. 2002. A comparison of factors controlling sedimentation rates and wetland loss in fluvial-deltaic systems, Texas Gulf coast. *Geomorphology*, vol. 44. Páginas: 47-66. [Disponible en línea]: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X01001404> Visitado: 29-10-2012

Young, T. 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Biological conservation* 92, páginas 73-83.

Zambrano L. 2003. La restauración de los lagos someros. *Ciencias En prensa*

8 ANEXOS

ANEXO 1

Artículos de la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente relacionados con restauración.

Artículo 2 s). *Reparación:* la acción de reponer el medio ambiente o uno o más de sus componentes a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas;

Artículo 3. Sin perjuicio de las sanciones que señale la ley, todo el que culposa o dolosamente cause daño al medio ambiente, estará *obligado a repararlo materialmente*, a su costo, si ello fuere posible, e indemnizarlo en conformidad a la ley.

Artículo 12 e). (de los contenidos de un EIA) Las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad y las acciones de *reparación* que se realizarán, cuando ello sea procedente.

Artículo 53. Producido daño ambiental, se concede acción para obtener la *reparación* del medio ambiente dañado, lo que no obsta al ejercicio de la acción indemnizatoria ordinaria por el directamente afectado.

No procederá la acción para obtener la *reparación* del medio ambiente dañado cuando quien cometió el daño ejecutó satisfactoriamente un *plan de reparación* aprobado por la Superintendencia del Medio Ambiente.

Artículo 54. Son titulares de la acción ambiental señalada en el artículo anterior, y con el solo objeto de obtener la *reparación* del medio ambiente dañado, las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que hayan sufrido el daño o perjuicio, las municipalidades, por los hechos acaecidos en sus respectivas comunas, y el Estado, por intermedio del Consejo de Defensa del Estado.

Artículo 66. El Ministerio del Medio Ambiente tendrá a su cargo la administración de un Fondo de Protección Ambiental, cuyo objeto será financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientados a la protección o *reparación* del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

Artículo 70. (sobre las funciones del Ministerio de Medioambiente)

i) Proponer políticas y formular planes, programas y acciones que establezcan los criterios básicos y las medidas preventivas para favorecer la *recuperación* y conservación de los recursos hídricos, genéticos, la flora, la fauna, los hábitats, los paisajes, ecosistemas y espacios naturales, en especial los frágiles y degradados, contribuyendo al cumplimiento de los convenios internacionales de conservación de la biodiversidad.

r) Establecer convenios de colaboración con gobiernos regionales y municipalidades destinados a adoptar las medidas necesarias para asegurar la integridad, conservación y *reparación* del medio ambiente regional y local, así como la educación ambiental y la participación ciudadana.

w) Realizar y fomentar capacitación y actualización técnica a los funcionarios públicos en materias relacionadas con las funciones encomendadas al Ministerio, la que también podrá otorgarse a los particulares.

ANEXO 2

Preguntas al panel de expertos.

a. Preguntas de Restauración

1. ¿Cuál es el concepto de restauración utilizado por la institución donde trabaja?
2. ¿Conoce un caso exitoso de restauración en Chile? Nombrar, comentar costo, situación actual y años que lleva el proceso.
3. Según Ud. ¿Cuál es el enfoque adecuado para restaurar un ecosistema? Aproximación basada en especies o basado en procesos/funciones. ¿Existe alguna directriz en el MMA?
4. ¿Quién se debería hacer cargo de los costos económicos de un proceso de restauración?
5. ¿Cuáles piensa Ud. que podrían ser los impedimentos para restaurar un ecosistema en Chile?
6. ¿Quién sería el organismo fiscalizador del proceso de restauración en Chile?
¿Ya existe? (pregunta no dirigida al CDE)

b. Preguntas sobre el Humedal del río Cruces

1. En el caso del humedal del Río Cruces se habla de restauración. ¿Ud. cuál piensa que debe ser la escala de intervención: humedal o microcuenca?
(pregunta no dirigida al CDE por ser una pregunta técnica)

2. Si responde "el que contamina", preguntar: Y si no se determina un responsable ¿Quién?
3. ¿Quién se debería hacer cargo de la restauración respecto a su ejecución?
4. (Universidad, consultora, gente local, ONG, OG)
5. ¿Ud. Piensa que al solicitar la restauración de un ecosistema se puede ir en contra de convenciones o tratados internacionales formados por Chile, como el caso de los convenios de diversidad biológica referente de especies invasoras? (ej. Luchecillo para el caso del humedal del Río Cruces)
6. Dado que los ecosistemas evolucionan en el tiempo, y para el caso específico del humedal del Río Cruces que se está recuperando naturalmente ¿Ud. piensa que un fallo judicial es beneficioso? ¿Por qué?

ANEXO 3

Modelo Ecológico Humedal en detalle y abreviaciones.

Defo: deforestación de la cuenca

Ind: industrias (planta de celulosa, lecheras, forestales, otras)

Pp: precipitaciones en la cuenca

Práct. Agrop: Prácticas agropecuarias utilizadas en la cuenca

RUV: radiación ultravioleta

SS: sólidos suspendidos

Ta: temperatura ambiental

Vel. Caudal: velocidad del caudal

Abs. Nut: absorbe nutrientes

Cons: consumo

Dism: disminuye

Estab.fca: estabilización física

Mig: migración

Reprod: reproducción

Sobrev: sobrevivencia de la especie



Principales elementos del sistema



Factores o procesos que influyen sobre elementos del sistema



Interacciones

