



# EULA-CHILE

## CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES

EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS  
A 30 AÑOS DE SU CREACIÓN



Universidad de Concepción



**EULA-CHILE**  
Centro de Ciencias Ambientales



1990-2020



Universidad de Concepción



**EULA-CHILE**  
Centro de Ciencias Ambientales



# EULA-CHILE

## CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES

*EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS A  
30 AÑOS DE SU CREACIÓN*





# ÍNDICE

## MENSAJE DEL RECTOR

Carlos Saavedra Rubilar ..... 5

## PRÓLOGOS

Sergio Lavanchy Merino ..... 7

Augusto Parra Muñoz ..... 8

Ricardo Barra ..... 9

## CAPÍTULO 1

### EL CENTRO EULA-CHILE: BREVE HISTORIA Y

### APORTES AL DESARROLLO SUSTENTABLE

DE LA REGIÓN Y EL PAÍS ..... 13

## CAPÍTULO 2

### EVOLUCIÓN DE LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL

CHILENA EN LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS ..... 37

## CAPÍTULO 3

### DINÁMICA DEL USO DEL SUELO EN LA

CUENCA DEL RÍO BIOBÍO ..... 63

## CAPÍTULO 4

### EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE

LOS LAGOS ICALMA, GALLETUÉ Y LAJA ..... 73

## CAPÍTULO 5

LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BIOBÍO ..... 91

## CAPÍTULO 6

PECES NATIVOS DEL RÍO BIOBÍO: 30 AÑOS DESPUÉS ..... 139

<b>CAPÍTULO 7</b> <b>SISTEMA COSTERO ADYACENTE A LA</b> <b>CUENCA DEL BIOBÍO</b> .....	157
<b>CAPITULO 8</b> <b>SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO</b> .....	173
<b>CAPITULO 9</b> <b>PUEBLO MAPUCHE EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO:</b> <b>CULTURA Y RESISTENCIA</b> .....	193
<b>CAPITULO 10</b> <b>CONTEXTUALIZANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN</b> <b>DEL BIOBÍO: PERSPECTIVA PASADA, ACTUAL Y ESTRATEGIAS</b> .....	207
<b>CAPÍTULO 11</b> <b>EL CENTRO EULA, UNA MIRADA AL FUTURO</b> .....	227



# MENSAJE DEL RECTOR



**Carlos Saavedra Rubilar**  
Rector Universidad de Concepción

La creación del Centro Universitario Internacional Europa-América Latina de Investigación y Formación en Ciencias Ambientales fue una determinación visionaria de la Universidad de Concepción, que no solamente puso a nuestra institución en el radar internacional en las ciencias ambientales, sino que también instaló en Chile el estudio de los recursos hídricos.

Esta visión de un grupo de investigadores e investigadoras de nuestra Universidad, fuertemente impulsada y dirigida por el Dr. Oscar Parra Barrientos, en conjunto con sus pares italianos, refleja el espíritu que siempre ha estado presente en la UdeC y que, en la celebración de nuestro centenario y de los 30 años del EULA, se hace más latente, pues recrea la épica fundacional de la Universidad e instala en la región un centro de excelencia.

Sin duda, el Centro de Ciencias Ambientales-EULA, marcó un antes y después con su creación. Desde sus inicios, se concibió como un centro de investigación de naturaleza interdisciplinaria, en el cual han participado más de 200 académicos y académicas de diversas universidades y disciplinas. Frente a la actual situación ambiental, es destacable también que este equipo se embarcase, ya en 1990, en dilucidar los principales problemas ambientales de la Región y, en específico, de la cuenca del río Bío-Bío, para lo cual ha propuesto soluciones oportunas y visionarias, con lo que se ha convertido en un referente nacional en estas materias.

En sus 30 años, destaco el aporte que el Centro de Ciencias Ambientales-EULA ha hecho a nuestra Universidad. No solo fue la primera iniciativa como centro de investigación, sino que, además, sus investigadoras e investigadores tuvieron el brío de dar el siguiente paso, al crear la carrera de Ingeniería Ambiental en 2005, para, posteriormente, proponer la creación de la Facultad de Ciencias Ambientales, en 2011, ambas ideas inéditas en nuestro país.

Los desafíos del presente y del futuro, en temas medioambientales, no son menores en Chile y el mundo. Como Universidad de Concepción, tenemos la responsabilidad de entregar respuestas y generar las capacidades para enfrenar dichos cambios en nuestro planeta. Ciertamente, el Centro de Ciencias Ambientales estará a la altura de las necesidades que surjan, con su experiencia sólida, trabajo multidisciplinario y compromiso irrestricto, especialmente en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible planteados por Naciones Unidas y en los cuales el Centro y la Facultad de Ciencias Ambientales de nuestra Casa de Estudios tienen un rol clave. Esto, sin duda, constituye un motivo de orgullo y de celebración de estos 30 años de vida del Centro y de los cien años de la Universidad de Concepción.



# PRÓLOGO



**Sergio Lavanchy Merino**  
Rector Universidad de Concepción  
1998 - 2018

Para la Universidad de Concepción es motivo de gran satisfacción celebrar los 30 años de existencia y desarrollo del Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile, el próximo marzo del año 2020.

EULA fue el primer centro de investigación creado en nuestra universidad, el que nació de un proyecto de cooperación interuniversitaria internacional con el Gobierno de Italia, conocido como Proyecto EULA, cuya denominación oficial fue "Gestión de los Recursos Hídricos del río Biobío y su área costera marina adyacente".

Este proyecto de investigación aplicada permitió a través de un ejercicio multi e interdisciplinario entre una centena de académicos de universidades italianas y de la Universidad de Concepción, generar conocimiento del principal sistema natural, base del desarrollo productivo de la Región del Biobío, el sistema fluvial del río Biobío y su cuenca, y asimismo del área costera marina de influencia.

Gracias al Proyecto y al Centro EULA, podemos decir hoy día que la cuenca hidrográfica del río Biobío es el sistema fluvial que cuenta con el mayor nivel de conocimiento del país.

Lo anterior, al mismo tiempo permitió una mayor interacción y colaboración entre nuestra universidad y los sectores públicos y privados de nuestra región, ya que el dominio que alcanzó nuestro centro fue relevante para una serie de proyectos de inversión, desarrollados a partir de la década del 90 y hasta el presente en la región. Estos, en los sectores de la energía, del riego, industrial, sanitario e infraestructura de transporte, para los cuales el conocimiento ambiental de las áreas a intervenir por los proyectos era vital para su formulación, ejecución y desarrollo.

Cuando nuestra universidad decide comprometer recursos económicos y humanos con la cooperación italiana para ejecutar el Proyecto EULA, decide hacerlo a través de la creación de una unidad académica especializada en temas ambientales.

Así, al momento en que el Centro EULA cumplió su segunda década, el año 2010, expresé que el trabajo efectuado, el logro y cumplimiento de sus objetivos, permite asegurar que este centro mantiene su vitalidad tanto respecto a sus productos académicos, formación de recursos humanos, proyectos de investigación y publicaciones científicas, como también en su notable vinculación con los principales actores del medio local, regional, nacional e internacional.

Todo esto le ha permitido una estabilidad y consolidación institucional en la temática del medioambiente.

Es por lo tanto que como rector de la Universidad de Concepción en 20 de los 30 años del Centro EULA, he podido seguir de manera muy cercana el desarrollo y evolución de esta unidad académica, de la cual nos sentimos muy orgullosos de apoyarla de manera permanente.

Este apoyo ha sido realizado sobre la base de acuerdos con su cuerpo académico, estableciendo objetivos y metas que concurran a logros exigentes y de excelencia académica. Así también de gran compromiso e impacto en el medio externo y sobre todo en la comunidad.

# PRÓLOGO



**Augusto Parra Muñoz.**

Rector Universidad de Concepción  
1990 - 1998

En 1989 gracias a la iniciativa de académicos de nuestra universidad y al respaldo del rector delegado Carlos von Plessing, la Universidad de Concepción se adjudicó el concurso de un trascendente proyecto de investigación en el campo de las ciencias ambientales.

A través de él, se debía establecer el estado de la cuenca hidrográfica del río Biobío y de la zona costera adyacente. En una época en que la problemática medioambiental no había tenido la atención ni el desarrollo que ha alcanzado después. Y no puede silenciarse el impacto que la investigación tuvo en ese afán posterior.

No fue fácil materializar los inicios del trabajo, pues la mayor parte de los países europeos involucrados en su financiamiento habían interrumpido sus relaciones con el nuestro, como reacción condenatoria a la dictadura aquí imperante durante esa época.

Italia en particular, que había recibido el encargo de ser la contraparte europea, sólo restableció relaciones en marzo de 1990, cuando el gobierno democrático se reinstaló en Chile.

En ese mismo mes se formalizó el convenio. Desempeñé la rectoría de nuestra universidad desde el 14 de mayo de 1990, y me correspondió por lo mismo realizar múltiples gestiones y tomar decisiones que aseguraran el cumplimiento de las obligaciones contraídas por nuestra casa de estudios superiores.

Sin embargo, la clara e inteligente dirección que, desde un comienzo, dieron al trabajo Oscar Parra y Francesco Faranda, representando cada uno a la universidad y el consorcio de universidades italianas que asumió la parte europea, hicieron grato y estimulante el trabajo, y nos dieron la seguridad de que el proyecto EULA culminaría con éxito.

Y así ocurrió en efecto. De modo que en la primera mitad del año 1993 se pudieron hacer públicos sus resultados y, en una ceremonia especial, se entregaron al entonces Presidente de la República, Patricio Aylwin, quien los agradeció "en nombre de Chile".

Resultaba claro en ese momento que había que darle continuidad y profundizar la línea de trabajo emprendido, que había permitido ofrecer programas formativos incluso al nivel doctoral. Por eso impulsamos la creación del Centro EULA como estructura académica permanente de la universidad, y el Decreto que lo crea con el unánime respaldo del Consejo Académico y del Directorio.

No podía ser de otra manera. Proyecto y Centro pusieron a la universidad en la vanguardia, en un campo apremiante y de alta preocupación ciudadana. Inauguraron nuevos enfoques y metodologías de trabajo, haciendo efectivo el compromiso social de la institución.

Se eligió esa estructura académica porque aseguraba, sin sesgos, la multidisciplinariedad y además resultaba más flexible que un instituto.

La Universidad de Concepción puede mirar con orgullo y satisfacción lo que ha hecho en este campo, renovando y fortaleciendo su compromiso, con una experiencia que ha contribuido mucho a la realización de su misión, a su proyección, y a su prestigio internacional.

## PRÓLOGO

Treinta años del Centro EULA:  
Factores de sustentabilidad



**Ricardo Barra**

Decano Facultad de Ciencias Ambientales UdeC, 2013-2019  
Actual Director Centro EULA 2020

En marzo del 2020 el Centro EULA cumple tres décadas, tal como lo indica su lema, "contribuyendo al desarrollo sustentable de nuestra región y del país".

¿Cuáles han sido los factores que han permitido a este centro de investigación permanecer en el tiempo proyectándose al futuro?

En los anales de la cooperación internacional, que es como nace el Centro EULA, no es común ver que la acción de un país desarrollado, como Italia, para fortalecer las capacidades de un país en vías de desarrollo, como lo es Chile, perdure tanto en el tiempo. Menos aún a fines de la década de los años 80.

Es así como durante estos años hemos sido testigos de un escenario, quizá mucho más complejo desde el punto de vista de los problemas ambientales que enfrentamos como sociedad. En particular de temáticas como el cambio climático, la escasez hídrica, los conflictos socio-ambientales, etcétera, donde hemos visto crecer a Chile hasta cinco veces en su Producto Interno Bruto.

En ese contexto, la evolución del Centro EULA y también de la Facultad de Ciencias Ambientales desde el año 2012, ofrece un permanente desafío. Esto, en lo que tiene que ver con mantener un órgano activo y sustentable, que además sea capaz de aportar permanentemente a la discusión pública de los temas ambientales, contribuyendo a la solución de los graves problemas de sostenibilidad que nos aquejan como sociedad.

En lo personal, llegué al EULA el lunes 3 de julio de 1989, cuando aún era sólo un proyecto y recién se iniciaban las actividades del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales.

Mirando al pasado, creo que fue muy afortunado que un proyecto de investigación ambiental con énfasis en la cuenca del río Biobío y su zona costera adyacente, aportara financiamiento para formar recursos humanos en un área temática que no tenía especialistas a la fecha en Chile. Así también que se desarrollara en un país que recién volvía a la democracia con una serie de problemas ambientales, instalando una nueva cultura de trabajo entre personas de diferentes disciplinas.

Sin duda esa experiencia nos marcó a quienes formamos esa primera cohorte de estudiantes, y estamos profundamente agradecidos de la mirada y apoyo que aportaron los

profesores italianos que nos acompañaron en esta aventura de investigación, con una gran visión para abordar los complejos problemas de esa época.

En ese mismo sentido, los recursos disponibles a la fecha fueron muy importantes para establecer el Centro que hoy conocemos.

Además, y a pesar de que la intervención italiana duró tres años, fue el liderazgo de los investigadores chilenos e italianos a cargo de la iniciativa del proyecto EULA, lo que permitió que hubiese un trabajo multidisciplinario e interdisciplinario. Un camino en donde el aporte de los profesores, Francesco Faranda y Óscar Parra, junto a otros, fue fundamental para haber alcanzado los resultados que tenemos hoy en día.

Además, la decisión tomada en 1990 por el rector y profesor, Augusto Parra, de apoyar la creación del Centro EULA-Chile, fue pionera y visionaria, constituyendo el primer centro de investigación ambiental que albergó una universidad en el país.

Esta nueva estructura para abordar la compleja temática ambiental era entonces única en Chile, en circunstancias que el país recién elaboraba la arquitectura de su nueva institucionalidad en esa área, y que además no se tenía mucha claridad sobre cómo esta nueva estructura podría sobrevivir en el tiempo, una vez que el aporte italiano finalizara.

Allí tomó fuerza la posición del Dr. Óscar Parra, que apuntaba a mantener una estructura que pudiese ser financiada -en parte- por los recursos que ella misma generara.

Esto, que parecía muy difícil de implementar en la época, considerando los niveles de desarrollo del país en ese entonces, pudo ser realidad durante al menos 20 años de la vida del Centro EULA. Una situación que duró hasta que se crea la nueva Facultad de Ciencias Ambientales en 2012, después de años de discusión, considerando que el Centro ya tenía consolidado tres importantes programas de formación, tanto de pregrado con la carrera de Ingeniería Ambiental, como de postgrado, con el Magister en Gestión Integrada y el Diplomado en análisis y gestión del Ambiente. Además del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales, que como Centro no se podían administrar en forma directa.

Entonces el rector y profesor, Sergio Lavanchy, mantuvo un apoyo decidido a la creación de la Facultad de Ciencias Ambientales, que no estuvo exenta de dificultades, considerando las particularidades financieras del Centro EULA, durante una negociación que en la práctica duró 2 años, y donde se pudo alcanzar un consenso de que la nueva estructura mantuviera las mismas reglas de financiamiento que tenían todas las facultades de la Universidad, pero responsabilizando a esta nueva estructura, del financiamiento del Centro EULA-Chile.

Con un número de 18 académicos, se inicia entonces la historia de la nueva Facultad de Ciencias Ambientales. Todos con grado de Doctor, lo que considero otro gran acierto, porque también ha garantizado la excelencia en la docencia e investigación que desarrolla la Facultad y el Centro.

Así, la selección del personal, que comienza con la instalación de la planta académica el año 2003, fue un acierto para consolidar la nueva estructura Facultad-Centro.

Sin embargo, esto no lo hacemos solos, ya que también contamos con el apoyo de colegas que históricamente han estado colaborando con el Centro y los programas de la Facultad. Hemos demostrado así que se puede ir mucho más lejos cuando se decide colaborar en vez de competir, porque es cierto que la temática ambiental no sólo lo cubre el quehacer de la Facultad y el Centro, sino que es mucho más amplia.

La consolidación de la nueva estructura de Facultad y su funcionamiento, ha impactado al Centro EULA, pero en una forma positiva. Esta estructura aún después de cinco años se debe armonizar, porque el Centro EULA sigue siendo un pilar para nuestra vinculación con el medio, lo que muchos colegas mencionan como "la marca EULA".

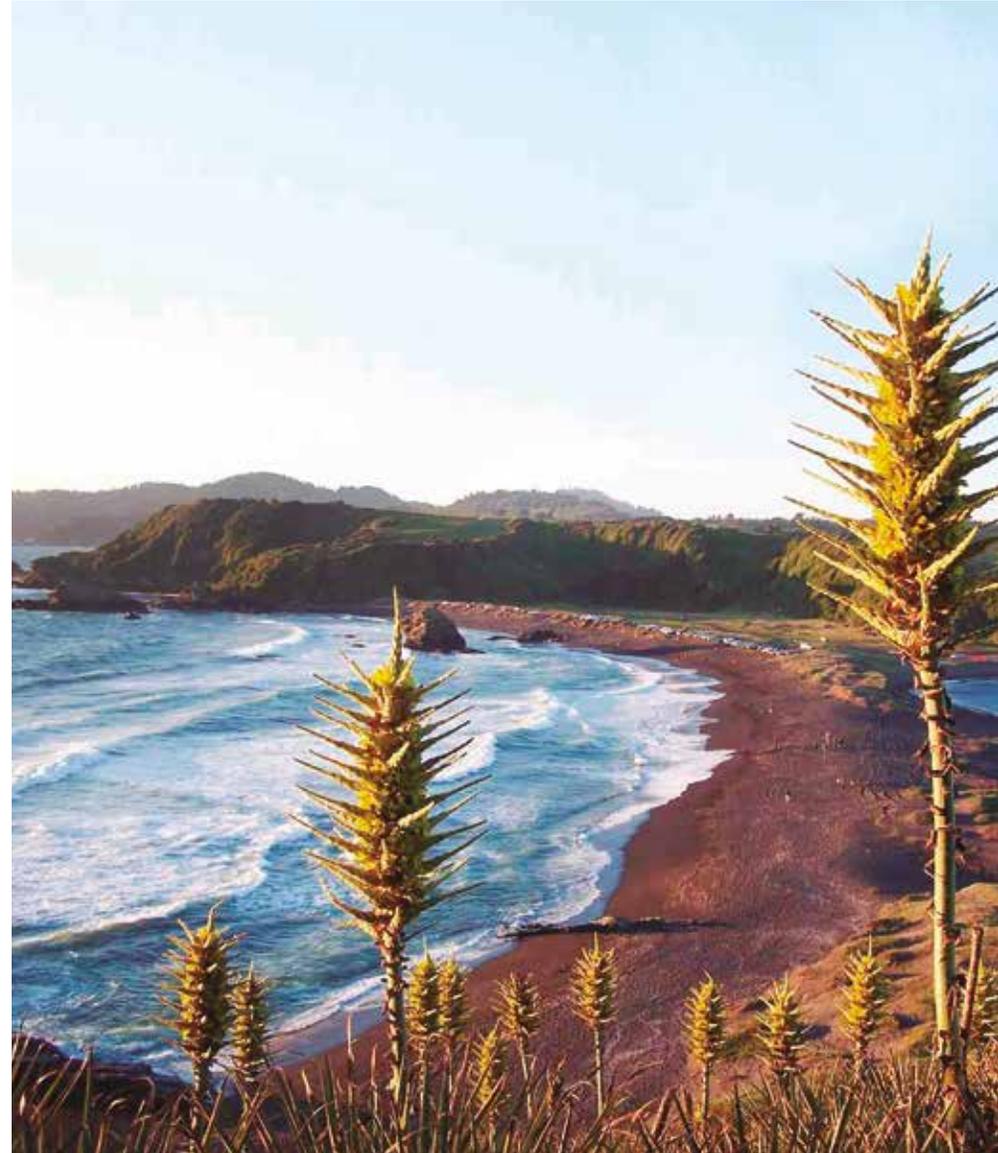
Eso sí, esta marca hay que cuidarla y fortalecerla, aumentando el impacto de la labor de EULA, más allá de los servicios que presta, como es el laboratorio de servicios auxiliar a la tarea de fiscalización ambiental del Estado, como Ente Técnico de Fiscalización Ambiental (ETFA), en un Centro que apoya procesos de desarrollo y de recuperación de ecosistemas en la región, como el Prela y el Plan de Recuperación Ambiental y Social de la Comuna de Coronel, ambos actualmente en ejecución.

Las principales misiones de la universidad son la docencia, la investigación y la vinculación con el medio, una dirección en la que debemos avanzar para concretar y seguir mejorando los procesos de internacionalización y comunicación de lo que hacemos, incrementando el impacto de la formación de recursos humanos, la investigación, y la vinculación que generamos en la sociedad.

Tenemos una producción científica que nos ubica entre las facultades y centros líderes de la Universidad de Concepción, con investigadores que lideran grandes proyectos de investigación, como el Centro FONDAP CHRIAM y el Núcleo Milenio MUSELS, que nos ponen en un lugar privilegiado de la investigación a nivel nacional e internacional.

Estamos iniciando un proceso de fortalecimiento de las facultades de Ciencias de la Universidad de Concepción, con el proceso Ciencia 2030, en conjunto con otras cuatro facultades de ciencias de nuestra universidad. Esto nos va a permitir fortalecer la formación en ciencias básicas y el mejoramiento de las capacidades de innovación y emprendimiento, en la formación que entregamos a nuestros estudiantes de pre y postgrado.

Consolidar el liderazgo e incrementar el impacto, así como asegurar la sustentabilidad del Centro EULA y de la Facultad de Ciencias Ambientales, son las tareas más importantes que tenemos para los próximos años, esto podrá ser posible sólo si logramos fortalecer la planta académica de la Facultad, creando un grupo de apoyo de investigadores de alto nivel para el Centro, internacionalizando cada vez más nuestra actividad e impacto, si logramos atraer más talentos jóvenes hacia la facultad y el Centro, y finalmente si logramos incrementar nuestra colaboración intra e interuniversitaria, tal como soñaron nuestros fundadores.





# CAPÍTULO 1

## **EL CENTRO EULA-CHILE: BREVE HISTORIA Y APORTES AL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA REGIÓN Y EL PAÍS**

---

Óscar Parra B.  
Ricardo Barra R.

### Resumen

Se hace una breve descripción de las ideas matrices que dieron origen al Proyecto EULA y la posterior creación del Centro EULA-Chile en la Universidad de Concepción (UdeC). Al respecto se hace referencia a las motivaciones políticas, culturales y el escenario histórico en la década de los '80.

Se describe como se organizó el grupo de investigadores de carácter binacional (Italia y Chile) que formuló el proyecto. Así también la propuesta conceptual que posteriormente dirigió y coordinó su ejecución, tanto a nivel de la investigación, de la formación de recursos humanos y de la vinculación con el medio.

En seguida se relatan los aspectos considerados para la selección y localización del área de estudio. Un área geográfica con una complejidad territorial y ambiental asociada al recurso agua, que en este caso fue la Región del Biobío y particularmente la cuenca hidrográfica del río Biobío. Esto promovió y facilitó el trabajo multi e interdisciplinario en la Universidad de Concepción, donde la mayoría de los investigadores participantes, y sus respectivas facultades, compartían un campus común.

Se muestran además los resultados, productos, actividades de transferencia y divulgación hacia la comunidad, junto a los actores relevantes del sector público y privado de la Región del Biobío.

Asimismo, se hace un relato de la participación del Centro EULA (Europa-Latinoamérica), en la creación del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), que se constituyó en la segunda área de estudio de mayor atención de sus investigadores y de su cooperación internacional.

Por último, se señalan los desafíos actuales y futuros del Centro EULA y la Facultad de Ciencias Ambientales, que se crea en el año 2012 a partir de él.

## Introducción

La experiencia nos muestra que muchas iniciativas académicas universitarias, entre las cuales están las de colaboración internacional, han sido consecuencia de motivaciones, empeño, entusiasmo y amistad de académicos de diversos continentes, que basados en el potencial de sus universidades en términos de ideas, recursos y oportunidades en una temática, deciden impulsar y comprometerse a desarrollar una iniciativa, que tendría un impacto académico de gran beneficio para las instituciones, las regiones y los países comprometidos.

Lo descrito anteriormente es aplicable a la experiencia del Proyecto EULA, titulado Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Biobío y del Área Costera Marina Adyacente, que finalmente dio origen a este centro de investigación medioambiental de la Universidad de Concepción (1989-1993) (Parra *et al.* 2001).

Para comprender como esta iniciativa pudo desarrollarse y además evaluar su impacto, es importante conocer cómo se origina y concreta el Proyecto EULA, junto a la posterior creación del Centro EULA-Chile.

Como se indicó en publicaciones anteriores, el primer impulso proviene del Consejo de Europa, que por motivo de la conmemoración de los 500 años del “Descubrimiento de América” (1992), extiende a mediados de la década de los 80 una invitación a las universidades de la comunidad europea, para presentar iniciativas que refuercen los lazos culturales entre Europa y Latinoamérica. Bajo esta premisa, un conjunto de universidades italianas bajo la coordinación de la Universidad de Génova, deciden desarrollar una propuesta académica relacionada con los recursos hídricos.

En ese mismo período, en los años 1985 y 1986 investigadores de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Concepción (hoy Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas), habían ejecutado un proyecto de investigación aplicada para la Empresa Nacional de Electricidad (ENDESA). La idea era hacer una evaluación ambiental preliminar a proyectos hidroeléctricos que se proyectaban en la parte alta de la cuenca hidrográfica del río Biobío (hoy comuna del Alto Biobío), generándose la primera actividad de investigación de naturaleza multi e interdisciplinaria en esta universidad (Faranda *et al.*, 1994; Parra, 2010).

En 1987 una comisión de investigadores italianos viaja a Sudamérica para visitar algunas universidades y localizar un área o territorio con una problemática asociada al recurso agua. Esta debía tener relevancia para el desarrollo local, regional y nacional, y al mismo tiempo poseer una complejidad temática que promoviera la participación de la mayor diversidad de disciplinas.

Otro aspecto relevante para que la academia italiana se decidiera por la propuesta de la Universidad de Concepción, era la localización de las diversas facultades y departamentos en un mismo campus universitario (Figura 1). Esto posibilitaba una interacción permanente de los investigadores de las diversas facultades involucradas, lo que facilitaría de manera importante la colaboración multi e interdisciplinaria en el desarrollo de las actividades, de la investigación, y de la formación de recursos humanos especializados.

Un comité de coordinación conformado por cinco investigadores italianos y cinco chilenos de la UdeC, asumió la tarea de formular el proyecto de colaboración académica, y conformar un equipo de investigadores de la mayor excelencia posible. Ellos debían identificarse con el trabajo multi e interdisciplinario, capaz de caracterizar a la Cuenca del río Biobío y su área costera marina adyacente de influencia, y de interpretar su actual y futura realidad ambiental compleja proponiendo soluciones.

## Proyecto EULA y creación del Centro EULA-Chile

La creación del Centro EULA, a partir del Proyecto EULA, no fue un proceso fácil.

Esto se atribuye al dominio monodisciplinario en la estructura y organización del sistema universitario chileno, a través de facultades muy celosas de sus dominios académicos y fronteras disciplinarias, además de la propia estructura de la Universidad de Concepción, que originó y demandó una serie de discusiones y compromisos que hasta hoy día están presentes en el desarrollo y existencia del Centro y la Facultad.

Debe tenerse presente que el Centro EULA fue el primero que creó la Universidad de Concepción. A lo anterior, tampoco escapaba la realidad de las universidades italianas, la mayoría de ellas centenarias. No obstante, la mayoría de ellas siempre atentas y activas en cuanto a experimentar nuevas experiencias y orientaciones en el quehacer

académico, para lo cual esta iniciativa en el nuevo mundo les resultaba muy atractiva y fascinante.

A fines de los 80 las universidades enfrentaban la problemática ambiental a través de las mismas facultades, como una prolongación de su quehacer académico, creando comisiones o programas ambientales, a veces de carácter multidisciplinario.

El Centro Interuniversitario de Ciencias Ambientales, Europa-Latinoamérica, EULA-Chile (Figura 2), fue establecido por la Universidad de Concepción en marzo de 1990, y nace del proyecto de colaboración académica entre Italia y Chile. Se le conoció como "el Proyecto EULA", y se ejecutó entre los años 1989 y 1993, participando más de 200 investigadores chilenos e italianos, de diversas disciplinas y universidades.

El Proyecto EULA permitió lograr un conocimiento de los sistemas naturales, económicos y socio-culturales, que identificó, caracterizó y socializó los principales problemas ambientales de la Cuenca del río Biobío y de la Región. Además, propuso soluciones en términos de propuestas que fueron entregadas a los sectores público y privado, y a la comunidad en general de la Región del Biobío.

El Centro EULA constituye, desde sus inicios hasta el presente, una unidad académica multi e interdisciplinaria, enfocada a la investigación, formación, extensión y asistencia técnica en temas medioambientales, representando la continuidad de un modelo de cooperación internacional. Los objetivos académicos que fueron establecidos en la creación del Centro EULA, y que se mantienen a hoy día son:

- 1) Desarrollar y coordinar investigaciones en ciencias ambientales, particularmente en gestión ambiental de recursos naturales y en planificación territorial, considerando la gestión integrada de cuencas hidrográficas y la gestión integrada de la zona costera como áreas de mayor atención.
- 2) Fomentar y ejecutar programas formativos a nivel de pregrado y postgrado en ciencias ambientales, gestión ambiental de recursos naturales y de planificación del territorio.
- 3) Promover y organizar la transferencia de conocimientos y la prestación de servicios por medio de la capacitación profesional, la divulgación de resultados de investigación científica, la educación ambiental y el fomento de relaciones estables con organismos gubernamentales nacionales y regionales, del sector productivo público y privado.

- 4) Fomentar el desarrollo de la colaboración científica interdisciplinaria con otras universidades chilenas y extranjeras, en el marco de la cooperación interuniversitaria.

## Concepción del Proyecto EULA, Área de Estudio, Programa de Investigación y Formación de Recursos Humanos

### La concepción del Proyecto y del modelo EULA

La gestión de los recursos hídricos (continentales y marinos) fue identificada como un tema fundamental y apropiado para una iniciativa de investigación científica y formación de recursos humanos. Por su naturaleza multi e interdisciplinaria, su connotación aplicativa y con importantes implicaciones de orden económico y social. La concepción del programa, el modelo, está esquematizado en el sistema gráfico de bloques representado en la Figura 3. En ella se distinguen netamente tres fases: (1) Análisis-diagnóstico, (2) Propuestas y (3) Aplicación.

La fase final o terminal -es decir de aplicación - no entró en los objetivos que se persiguió con el proyecto, ya que correspondió a las autoridades de gobiernos del territorio (comunales y regionales) y al sector privado, la competencia de la recepción y aplicación de las proposiciones formuladas.

La elección de la "Unidad cuenca hidrográfica", como referente geográfico y territorial, más allá de los límites regionales y comunales de orden político-administrativo, derivó de la necesidad de operar en un espacio geográfico y físico definido como un sistema complejo, con factores ambientales diversos que se influyen mutuamente. Una cuenca es una unidad ambiental que permitía considerar el recurso hídrico de una manera holista, sistémica y sustentable. Para que el esquema conceptual (modelo EULA) respondiera a las expectativas de los investigadores participantes, fue necesario lo siguiente:

- 1) Reunir a los investigadores de diversas disciplinas en la fase de análisis en torno a temas específicos, los que fueron asumidos como sub-proyectos, teniendo en cuenta sus ámbitos culturales disciplinarios, experiencias y conocimiento del territorio o área de estudio, pero adoptando enfoques, procedimientos y métodos operativos que garantizaran la gestión integrada de los datos (bancos de datos temáticos).

- 2) Recomponer e incluir el sistema integrado en la fase de las proposiciones, preocupándose sobre todo de los distintos aspectos de la "transferencia" a la sociedad y sus actores, a través de la adquisición de un lenguaje unificador que, sin desnaturalizar el rol de cada investigador, permitía atenuar los intereses sectoriales y disciplinarios favoreciendo de esta manera las interrelaciones y la integración.
- 3) Asegurar al programa el máximo posible de interacción con las autoridades locales, regionales y nacionales, además con el mundo de la producción y la opinión pública interesada. Es decir, los diversos niveles de toma de decisión.
- 4) Verificar las diferentes proposiciones por aproximaciones sucesivas, haciendo comparaciones internas y externas, evitando el riesgo de que fueran totalmente extrañas o poco receptivas para los potenciales usuarios.
- 5) Mantener el máximo de rigor científico en todas las fases del programa, pero, evitando que se pueda pensar que se trataba de un mero ejercicio teórico académico, como habitualmente se cree cuando los actores son las universidades y los universitarios.

### Cuenca del Río Biobío y área marina costera adyacente, unidad de estudio y referencia como área de aplicación del modelo EULA

Las características de la cuenca y su territorio (Figura 4), en el período que se formuló el Proyecto EULA, correspondía a una cuenca hidrográfica de una superficie de aproximadamente 24.260 km<sup>2</sup>. Su relieve se dividía en Cordillera de los Andes, depresión central, Cordillera de la Costa y llanura litoral. Alrededor del 72 % de la superficie de la cuenca se ubicaba en la Región del Biobío, y el restante 28% en la Región de la Araucanía.

Antes de la división de la Región del Biobío de la recientemente creada Región de Ñuble, la cuenca correspondía al 54% de la superficie total de la Región del Biobío.

Hoy en día, producto de la división de la Región, la Cuenca del río Biobío pasó a constituir el 75% de la actual Región del Biobío. El clima es extremadamente variable, ya que el área está influenciada por las fluctuaciones del centro de alta presión del Pacífico Sur. La precipitación media anual, en la parte baja de la cuenca, era aproximadamente de 1.300 mm; en la parte alta alcanzaba en algunas áreas hasta los 3.000 mm. La temperatura, a excepción de la Cordillera de los Andes, tiene un promedio anual entre 14 y 12 °C (de Norte a Sur), con temperaturas mínimas invernales del orden de -5°C en la depresión

central y de -1°C en la faja costera. La humedad relativa es comúnmente muy elevada en la zona costera y en la depresión central.

El territorio de la cuenca se dividía en 24 comunas, que pertenecían a tres provincias de las regiones del Biobío y de la Araucanía (Biobío, Concepción y Malleco). Las principales ciudades son: Concepción (capital de la Región del Biobío), Talcahuano, Los Ángeles (capital de la Provincia del Biobío), Angol, (capital de la Provincia de Malleco), Mulchén, Nacimiento y Laja.

Aproximadamente, con los datos del censo de 1992, los habitantes del área de la Cuenca del río Biobío eran cerca de 954.000; el sistema Concepción-Talcahuano alcanzaba aproximadamente 480.000 habitantes, o sea poco más del 50% de toda el área. El suelo estaba destinado principalmente a los usos agrícola, forestal, zootecnia, industrial, comercial, turístico y recreacional. La agricultura usaba, considerando las distintas destinaciones, una superficie cercana a las 427.000 hectáreas, equivalentes aproximadamente al 17% del área de la cuenca. La actividad pecuaria era esencialmente extensiva, y se dedicaba principalmente a la crianza de ganado ovino, porcino y bovino.

La superficie para uso forestal consideraba 1.115.000 hectáreas, equivalentes al 46% de toda esa área. De ella, 503.000 hectáreas se utilizaban para plantaciones de pino radiata, especie introducida en Chile desde California (Estados Unidos) a fines del siglo pasado. En esa época se estaban incrementando también las plantaciones de eucaliptus.

El área de la Región del Biobío era considerada el polo industrial más importante de Chile, excluyendo el área minera del norte del país. Las industrias más significativas estaban relacionadas con la metalurgia, química, petroquímica, refinería de petróleo, papel, celulosa, textil, cerámica, cemento, productos alimenticios, cuero, calzado, elaboración de la madera, harina de pescado y conservación de productos del mar. La mayoría de ellas abastecidas de aguas del sistema fluvial del río Biobío.

Respecto a las exportaciones, prevalecían netamente las industrias de la madera (madera elaborada, papel y celulosa) y aquellas de la harina de pescado, logrando en conjunto más del 90% de los productos regionales exportados, con una significativa incidencia en la balanza comercial externa de Chile.

En relación al sistema hidrográfico de la Cuenca del río Biobío, sus características más notables eran que estaba constituido por más de 15.000 ríos de primer a noveno orden. El curso principal que da el nombre a la cuenca, tiene una longitud de aproximadamente 380 kilómetros. Nace de las lagunas Icalma y Galletué (Región de la Araucanía), a la altura de 1.160 m.s.n.m. Sus principales afluentes, desde la cordillera al mar, son los ríos Lonquimay, Pangué, Queuco, Huequecura, Duqueco, Bureo, Vergara y Laja.

El caudal medio anual del río Biobío en su desembocadura, en la parte norte del Golfo de Arauco, era de aproximadamente 960 m<sup>3</sup>/s, con un caudal máximo anual medio de 1.600 m<sup>3</sup>/s y un mínimo medio de 160 m<sup>3</sup>/s (los caudales máximos históricos han sobrepasado los 15.000 m<sup>3</sup>/s).

Por otra parte, el río Biobío representaba el recurso sostenedor de las actividades civiles e industriales de mayor relevancia de la Región. Sus usos corresponden, sin definir prioridades ni jerarquías de uso, principalmente a la producción de energía hidroeléctrica, riego, uso industrial, turismo, y como fuente de aprovisionamiento de agua potable para la población.

El río Biobío, por otro lado, correspondía al cuerpo receptor de una parte importante de las descargas líquidas urbanas e industriales, la gran mayoría de ellas, en esa época, sin ningún tipo de tratamiento.

En esa época se encontraban en proceso de formulación, desarrollo y ejecución, importantes proyectos de inversión. Uno en el sector energético (central hidroeléctrica Pangué) y otro en el sector agrícola (proyecto de riego canal Laja-Diguillín). Ambos proyectos de una relevante trascendencia socioeconómica y ambiental.

De lo indicado anteriormente, este recurso hídrico representaba, en esencia, el principal recurso natural de la Región del Biobío, que estructuraba en gran medida su paisaje, y que condicionaba hasta la actualidad su desarrollo productivo y social futuro.

Por otra parte, el área costera marina adyacente (el Golfo de Arauco y Bahía de San Vicente) sobre el cual tiene influencia directa e indirecta el río Biobío, se caracterizaba entonces por una elevada producción pesquera.

La plataforma continental es la más extendida de toda la costa chilena, con un cañón cuya profundidad máxima es cercana a los 1.000 m., frente a la Isla Santa María, aproximadamente a 40 km. de la costa.

El régimen de circulación está determinado principalmente por el viento con olas de baja frecuencia. El Golfo de Arauco se ve influenciado por fenómenos de ascensión de aguas o surgencias (upwelling), cuyo centro se ubica al Oeste de Punta Lavapié. La alta producción mencionada, se traducía en un elevado rendimiento de la actividad pesquera (industrial y artesanal) centrada en las siguientes especies (nombres comunes): sardina común, anchoveta, sardina española, jurel, machuelo, sierra, merluza, congrio negro, congrio colorado, congrio dorado, bacalao de profundidad y lenguado.

Se completaba la actividad de explotación de los productos del mar, con la comercialización de moluscos como cholgas, choros, almejas, locos, navajuelas y algas como la *Durvillea*, *Gelidium*, *Gracilaria* y *Macrocystis*.

Resultaba evidente que tal cantidad de recursos marinos estaba relacionada con los aportes de las aguas del río Biobío. Estas, junto a los procesos de upwelling determinan la alta productividad del área sobre la cual se asienta la desembocadura del río Biobío.

La alta productividad significaba una actividad industrial y comercial igualmente importante, de interés regional, nacional e internacional. No menos importante son los ambientes costeros. Particularmente, Lenga y Tubul, localizaciones costeras relevantes para la actividad artesanal de extracción y cultivo de recursos bentónicos (algas y moluscos) de interés comercial, culinario y turístico.

### Organización y gestión del Proyecto EULA

Las actividades académicas del proyecto fueron planificadas para ser desarrolladas no sólo en Chile, sino también en Italia. Es necesario subrayar que la intensa actividad en Italia, tanto para la investigación (en particular la de transferencia) como para la formación de recursos humanos (primer doctorado en Chile en ciencias ambientales), representó una peculiaridad de esta iniciativa de cooperación que, entre otras cosas, constituyó un

compromiso importante para los investigadores italianos y para las instituciones de las cuales formaban parte, que superó ampliamente el compromiso del período de misión en Chile.

La dirección científica fue asumida, por el director del Centro de Investigación Científica EULA (CICS-EULA), el cual tuvo como homólogo chileno en sus inicios al director de investigación de la Universidad de Concepción, después el director del Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile.

Para cada subproyecto de EULA fueron individualizados un responsable científico italiano y uno chileno. De esta manera la investigación científica se sustentó sobre una bien definida red organizativa, con clara individualización de tareas y responsabilidades. La organización de la actividad de formación, ya sea tanto lo referido a los contenidos científicos de los programas como también a la selección de los docentes, fue ejecutada por la dirección científica, con la variante al momento de la creación y activación del Centro EULA-Chile, de la inclusión de un subdirector de formación y dos jefes de programas. Uno para el programa de doctorado y otro para el programa de técnicos de laboratorios.

La organización de la parte operativa, en concordancia con las exigencias científicas, fue encargada siempre al mismo director ejecutivo italiano, proveniente del Instituto para la Cooperación Universitaria (ICU), apoyado por una estructura administrativa puesta a disposición por la cooperación italiana y la Universidad de Concepción.

La gestión del proyecto, entendida tanto como organización de las actividades como de gestión financiera y contable, estuvo caracterizada sustancialmente por dos factores: la indiscutida multi e interdisciplinariedad del programa, y la estrecha vinculación entre formación e investigación de campo y actividades de laboratorio; la coparticipación de tres diferentes entes ejecutores italianos: DGCS-MAE (Dirección General para la Cooperación para el Desarrollo), CICS-EULA (Centro de Investigación Científica para la Cooperación al Desarrollo) y el Instituto para la Cooperación Universitaria (ICU) y de una institución chilena, la Universidad de Concepción con diversas exigencias de responsabilidad administrativa y ejecutiva.

El compromiso de la interdisciplinariedad del proyecto y su influencia sobre la organización, no significó sólo interrelaciones entre académicos o investigadores de disciplinas diferentes, sino también se necesitó subrayar el hecho de que a partir del subsistema agua, se debió considerar todas las interrelaciones con el sistema territorial (rural y urbano) tomando en cuenta a este último como un sistema indivisible de ambientes marinos costeros y continentales.

Estos dos elementos, unidos al ya citado nexo entre formación e investigación de campo y de laboratorio, caracterizaron y representaron un verdadero sello de calidad y sustentabilidad de todas las operaciones del proyecto o programa EULA.

Las actividades de investigación científica del Proyecto EULA, fueron estructuradas en 17 subproyectos que se indican a continuación:

1. Oceanografía física.
2. Química marina.
3. Plancton y productividad.
4. Productividad terciaria.
5. Zoobentos y productividad.
6. Fitobentos y productividad.
7. Geología marina.
8. Ambientes marinos costeros.
9. Meteorología y climatología.
10. Geología y ecología del sistema terrestre (suelo).
11. Evaluación de los recursos hídricos.
12. Ecología y calidad del agua del sistema superficial.
13. Agua para uso civil.
14. Residuos industriales líquidos y tecnología no contaminante.
15. Inventario de la actividad industrial en la cuenca, tecnología actual y alternativas.
16. Residuos industriales sólidos.
17. Aspectos físicos, sociales, económicos y jurídicos.

El subproyecto número 18 correspondió a la formación de recursos humanos que incluyó el Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales y los programas de especialización de naturaleza técnica.

### Formación de recursos humanos

La formación de recursos humanos (subproyecto 18) a distintos niveles, y con el objetivo de fomentar el perfeccionamiento en la capacidad multi e interdisciplinaria de entender y realizar el análisis y gestión del ambiente, fue organizada en programas, con breves períodos de especialización en Italia. Dicha actividad fue confiada al ICU (Instituto de Cooperación Interuniversitaria con sede en Roma), también en la fase gubernamental, con la colaboración del CICS-EULA, (Centro de Investigación para la Cooperación al Desarrollo), antes mencionada, para los contenidos científicos.

Es evidente que en el contexto general del Proyecto EULA, todo fue orientado a la formación y creación de nuevas capacidades ambientales y en general, todo lo que se hizo tuvo impacto sobre la misma, y por lo tanto, no sólo aquello que específicamente se atribuye a éste sector.

En otras palabras, todas las actividades que acompañaron al Proyecto EULA impactaron positivamente el proceso formativo. Basta pensar en el largo y estrecho trabajo común realizado entre investigadores en Chile y en Italia; la cooperación entre expertos de ambas nacionalidades, de distintas universidades y de distinto origen cultural y disciplinario; la participación en el complejo plan organizativo y de gestión; en la obra constante de adecuación de los objetivos y de los instrumentos para conseguirlos; en la selección de los métodos más apropiados para lograr el propósito final; en la búsqueda del mejor modo para presentar, hacer comprensible y transferir a la sociedad regional, el complejo trabajo desarrollado. También las actividades de sensibilización y de educación ambiental fueron parte de la formación, aunque no produjo figuras profesionales definidas. Los programas de formación fueron los siguientes:

#### a) Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales (Doctorado de investigación)

La apertura del Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales constituyó sin duda alguna, una acción visionaria de la cooperación chilena-italiana y de la Universidad de Concepción, que en el hecho se transformó en el primer programa de doctorado interdisciplinario en el país. En efecto, la idea de formar investigadores de alto nivel

en ciencias ambientales fue la primera iniciativa de este tipo en Chile. Inclusive, a más de 30 años de su inicio, el programa sigue siendo único en el país, atrayendo jóvenes con talentos y compromisos con el conocimiento y la investigación en ciencias ambientales.

El programa ha tenido repercusión internacional, y en la actualidad, luego de luchar en diferentes y complejos procesos de acreditación, logró una acreditación por 5 años, lo que permite que sus estudiantes se beneficien con becas del sistema nacional CONICYT.

#### b) Programa de especialización técnico-científica para directores de laboratorio en el sector del ambiente

##### Duración:

1 año (enero - diciembre 1990); 12 becas de estudio; áreas incorporadas: química, biología, ciencias de la tierra; modelo adoptado: en parte el modelo italiano de una *Scuola di Specializzazione*, con todas las adaptaciones necesarias; colegio de docentes mixto italo-chileno; sede de desarrollo del programa: Universidad de Concepción, laboratorios del Centro EULA-Chile. El primer ciclo concluyó con todos los becados aprobados, después de un año de actividad.

##### Segundo ciclo.

Duración: 1 año (febrero 1992 –enero 1993); cinco becas de estudio; áreas favorecidas: oceanografía, ingeniería hidráulica y sanitaria, ecología marina, limnología y bentonología. Después de la experiencia del primer ciclo, se adoptó la variante para el segundo de admitir personal ya dotado de un título profesional.

### c) Programa de adiestramiento técnico profesional para técnicos de laboratorio en el sector ambiental

#### Primer ciclo.

Duración: 2 años (enero 1990 – diciembre 1991); 24 becas de estudio; áreas favorecidas: química, biología, ciencias de la tierra y planificación territorial; modelo adoptado: el italiano para la Scuola a Fini Speciali con las modificaciones necesarias para adaptarlo a la realidad local; colegio docente: mixto italo-chileno; sede de desarrollo: Universidad de Concepción, en los laboratorios del Centro EULA-Chile.

#### Segundo ciclo.

Duración: 1 año (abril 1992 - marzo 1993); 12 becas de estudio; en base a los resultados del primer ciclo, se puso en marcha el segundo, reservándolo sin embargo a titulados, según el esquema de la Universidad de Concepción. Las becas otorgadas tuvieron la duración de un año, debido al nivel más elevado de ingreso de los estudiantes.

### d) Programa de especialización técnico-profesional en análisis y gestión del ambiente

#### Duración:

1 año (febrero 1992 – enero 1993); 10 becas de estudio. Se trató de un programa de profundización, reservado a los diez mejores técnicos del primer ciclo de adiestramiento técnico y que posteriormente el año 1994 dio origen a un programa de Diplomado, que sigue vigente hasta el día de hoy.

### e) Otras actividades de formación

Correspondieron a 60 becas meses/hombre, para enfrentar el tema de la especialización en Italia de un número significativo de profesores y expertos chilenos, orientados y preparados para trabajar en el ámbito de las ciencias ambientales. Se organizó e implementó además una intensa actividad de sensibilización y educación ambiental, consistente en seminarios, encuentros, debates, exposiciones, publicaciones y con la edición de una revista periódica "EULA-EDUCA", dirigida a los profesores y los alumnos de nivel básico y secundario.

### Actividades de transferencia científica y relaciones con la comunidad

El Proyecto EULA fue muy dinámico y proactivo en la transferencia de los conocimientos que se iban generando con las actividades de investigación, para lo cual a lo largo de su desarrollo se programaron una cantidad importante de actividades, como seminarios y eventos científicos. Ellos fueron de carácter regional, nacional e internacional, y no sólo en la sede de Concepción, sino también en los campus de Chillán y los Ángeles.

El programa EULA se cerró con dos eventos oficiales. En Chile con las Jornadas Conclusivas de Concepción: 16-17 marzo 1993, en la Casa del Arte y Auditorium Universidad de Concepción, el día 4 de marzo de 1993 (Figura 5). Participó en la ceremonia inaugural de esta jornada, el entonces Presidente de la República, Patricio Aylwin Azócar, y en Roma con la *Giornate conclusive di Roma*: 28-29 de abril del 1993 en la sede del Instituto Italo Latinoamericano, Roma-Italia.

Por otra parte, en septiembre de 1994 (12-14) el Proyecto EULA fue presentado en París en la sede de la UNESCO, el cual adoptó el modelo EULA para ser aplicado en otros países del Sur y del Norte del mundo. Además de las actividades previamente descritas, el Proyecto EULA desarrolló durante todo el período de su ejecución, numerosos debates y encuentros generales y sectoriales sobre temas ambientales en Chile, Italia y Argentina. Especial resonancia tuvieron aquellos seminarios y encuentros realizados con la propia comunidad, directamente interesada en la comprensión, participación y análisis de las propuestas llevadas a cabo por el proyecto.

### Los resultados o productos más significativos

La conclusión formal del programa, como se indicó, estuvo prevista para inicios del año 1993. En efecto, en marzo del mismo año se programó un seminario en Chile, para presentar las propuestas finales y toda la documentación que las sustentaba, y en el mes de abril se efectuó similar actividad en Italia. Al cierre del programa se presentaron diversas propuestas articuladas sobre el uso apropiado del territorio, y estudios de prefactibilidad para áreas y sectores significativos de interés particular.

A continuación, se presentan las propuestas del Proyecto EULA:

1. Un estudio de prefactibilidad para la recuperación y la gestión del recurso hídrico, incluyendo alternativas de saneamiento, de emisarios y acueductos.
2. Presentación de un modelo decisional para la gestión del sistema Canal Laja-Diguillín.
3. Propuesta para el ordenamiento territorial del área de la cuenca y un estudio de factibilidad para el desarrollo del territorio para la nueva comuna de San Pedro de la Paz.
4. Propuesta para la adecuada (correcta) utilización del suelo para uso agrícola y forestal.
5. Propuesta preliminar de ordenamiento de la zona costera.
6. Documentación de revisión (una recolección) crítica y ordenada de la legislación vigente en Chile, de interés para la gestión del territorio y propuestas de revisión de algunos procedimientos.

### Publicaciones del Proyecto EULA

En base a lo programado se realizaron las siguientes seis series de publicaciones (Figura 6), editadas directamente con fondos del programa y con la contribución de la Universidad de Concepción:

La serie "Monografías científicas" consistió en publicaciones de trabajos científicos desarrollados en el contexto del programa. Los trabajos presentados en esta serie fueron evaluados por un comité de pares.

La serie "Actas de seminarios científicos" contiene las conferencias y comunicaciones científicas presentadas en algunos seminarios seleccionados, entre los eventos que hayan sido promovidos y organizados en el marco de las actividades del programa EULA.

La serie "Publicaciones de divulgación científica" consiste en monografías de carácter divulgativo sobre temas relacionados con la realidad ambiental de la Región del Biobío, cuya difusión a la comunidad se considera útil para incrementar la conciencia sobre las características y valor del territorio en el cual se vive.

Las series "Análisis territorial" y "Propuestas de ordenamiento" contienen la elaboración conclusiva del programa en materia de uso y gestión del territorio, considerando su diversidad, articulación y desarrollo futuro.

La serie "Tesis del primer ciclo del Doctorado de Investigación en Ciencias Ambientales" contiene los trabajos científicos originales, producidos por los doctorandos que obtuvieron el grado de doctor en Ciencias Ambientales.

### Creación de la Facultad de Ciencias Ambientales

La creación y el desarrollo del Centro EULA a partir del año 1990, significó para la Universidad de Concepción liderar en el país la investigación y formación de recursos humanos en el área ambiental.

Hasta el año 2010, EULA como centro, realizaba todas las actividades académicas en el área ambiental que asumen las facultades, e.g. docencia, investigación, asistencia técnica, extensión y vinculación con el medio.

Cabe hacer presente que a través del Proyecto EULA se inicia en la Universidad de Concepción en el año 1989 el Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales, el primero en el país. Esto fue una de las razones que al inicio del Proyecto EULA, la academia italiana y la Universidad de Concepción adelantaron la creación del Centro EULA, lo cual originalmente estaba proyectado cuando se finalizara el Proyecto EULA (1993).

Sobre la base del prestigio que había alcanzado el Centro y la necesidad de ampliar la propuesta de carreras profesionales de la universidad, nace la idea de crear la carrera de Ingeniería Ambiental, la cual por razones estatutarias debió en sus inicios (año 2005) ser albergada administrativamente por la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas.

Lo anterior motivó que Rectoría y el Consejo Universitario aprobaran la idea de la creación de la Facultad de Ciencias Ambientales a partir del año 2011, siendo decretada oficialmente el 14 de Mayo del año 2012, la cual se instaló en las dependencias del Centro y gran parte de su personal académico, profesionales, técnicos y administrativos, pasaran a ser parte de ambas instituciones. La creación de la facultad no significó en lo absoluto un efecto negativo para el Centro EULA. Por el contrario, esto significó adaptarse a una realidad estatutaria vigente en la Universidad de Concepción. Desde su creación el trabajo académico de la Facultad ha estado fuertemente integrado con el del Centro, lo cual se ha logrado a través de la coordinación e interacción de sus máximas autoridades a saber el director(a) del Centro y el decano de la Facultad.

## El aporte de EULA a la Creación del Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP)

Este Centro fue creado a fines del año 2005 en el marco del Programa Regional de la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile, y el Gobierno Regional de Aysén.

La idea central para la creación del CIEP fue que se convirtiera en un referente nacional e internacional, en investigaciones relacionadas con el desarrollo y las sustentabilidad de los ecosistemas patagónicos (Figura 7).

La formulación del proyecto fue responsabilidad de la Universidad de Concepción, en colaboración con la Universidad Austral de Chile, siendo la Dirección de EULA quien lideró el proceso por mandato de la Rectoría y la Dirección de Investigación. En sus inicios, la actividad científica del CIEP fue producto del trabajo conjunto de científicos de las Universidades de Concepción (UdeC) y Austral de Chile (UACH), a estas casas de estudio se sumaron como socios fundadores las universidades de Siena, Italia; la Universidad de Córdoba, España; y la Universidad de Montana, de los Estados Unidos, todas instituciones universitarias que mantenían con el Centro EULA una colaboración científica de larga data.

El proyecto para la creación del centro de investigación, se presentó como parte de un programa del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) en septiembre del 2005 con el nombre de "Transferencia Centro de Investigación Ecosistemas Región de Aysén", obtuvo su aprobación técnica por parte de la Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Coordinación (SERPLAC), y luego la aprobación de financiamiento por parte del Consejo Regional (CORE) el 15 de julio de 2005.

## Aporte del Centro y Facultad al desarrollo sustentable del país

Es muy importante resaltar que el aporte del Centro, y a partir del año 2013, cuando se instala formalmente la Facultad de Ciencias Ambientales, al desarrollo sustentable de la Región del Biobío y del país, ha sido muy importante tanto en la formación de recursos humanos en temáticas ambientales, como también en la generación de conocimiento

científico y en su vinculación con el medio. Tanto a nivel del sector público, el privado y hacia la comunidad en general. Los aportes se pueden agrupar como expresión de las siguientes actividades:

- 1.- Formación de recursos humanos.
  - a. Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales.
  - b. Programa de Magister en Gestión Integrada.
  - c. Programa de Diplomado en Análisis y Gestión Ambiental.
  - d. Programa de Magister en Ciencias Regionales
  - e. Cursos de Especialización para el Medio Externo.
- 2.- Proyectos de investigación.
  - a. Con financiamiento internacional.
  - b. Con financiamiento de CONICYT.
  - c. Con financiamiento del sector público.
  - d. Con financiamiento del sector privado

### 3.- Proyectos de asistencia técnica

La vinculación con el medio ha sido una actividad que desde los inicios del Centro se ha estimulado, también como un importante elemento de su sustentabilidad. El contacto permanente con el sector público y privado, es un importante componente de la actividad tanto del Centro como de la Facultad. En el anexo 1 de este libro se encuentra un listado de los proyectos de Asistencia Técnica en la cual ha participado el Centro.

A continuación, se presenta una selección de aportes del Centro EULA al desarrollo sustentable de la Región del Biobío y el país, a través de sus actividades permanentes de formación de recursos humanos, investigación, asistencia técnica, extensión y vinculación con el medio.

- Participación en la Iniciativa MAPS (*Mitigation Action Plans and Scenarios*).

El origen de la iniciativa o proyecto MAPS (*Mitigation Action Plans and Scenarios*, por sus siglas en inglés), en el cual EULA fue invitado a participar, se remonta al proyecto "Escenarios de mitigación de largo plazo", desarrollado en Sudáfrica entre 2005 y 2008.

El proyecto MAPS Chile contribuyó a informar la toma de decisiones sobre la mitigación de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), de modo de avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono para el país.

- Proyecto INNOVA (10crec-8453), “Agua en situaciones de emergencia. factibilidad técnica para el abastecimiento de agua potable desde un sistema de lagunas urbanas”.

A consecuencia del gran terremoto ocurrido el 27 de febrero de 2010 en Chile, el sector del Gran Concepción quedó sin suministro de servicios básicos, y puso en evidencia la vulnerabilidad de los sistemas de distribución de agua potable de la ciudad de Concepción.

Los objetivos del proyecto INNOVA, en el cual se contó con el apoyo financiero de la Ilustre Municipalidad de Concepción y la empresa sanitaria ESSBIO S.A., fueron: 1) Evaluar la factibilidad técnica de generación de agua potable de fuentes no convencionales en estado de emergencia, evaluando las fuentes de generación y agua en cuanto a calidad, balances hídricos y volúmenes disponibles de extracción. 2) Evaluar el sistema de interconexión física para el suministro del agua potable en escenarios de emergencia.

- 3) Generar un protocolo de carácter conceptual, metodológico y operacional práctico bajo la legalidad o normativa vigente que pueda ser activado en situaciones de emergencia para el suministro de agua potable a la población y
  - 4) Difundir y educar en cuanto al uso que debe darse al agua potable en situaciones de emergencia y como operaría este suministro no convencional para el Gran Concepción, bajo estas circunstancias.
- Proyecto FONIS “Identificación, monitoreo y evaluación del riesgo de la población del Gran Concepción ante la presencia de cianobacterias y cianotoxinas”.

El objetivo general de este proyecto de investigación fue evaluar el riesgo de la presencia de floraciones de Cyanophyceae o Cianobacterias y sus cianotoxinas en cuerpos de agua utilizados por los habitantes del Gran Concepción, mediante un enfoque interdisciplinario. La participación intersectorial correspondió a las municipalidades de Concepción y de San Pedro de la Paz, y a la empresa privada del sector sanitario, ESSBIO S.A.

- Proyecto PASI: Instituto Panamericano de Estudios Avanzados que equilibra el desarrollo de la energía hidroeléctrica y la biodiversidad: ¿es sostenible la sostenibilidad en un marco de gestión adaptable? (PASI: *Pan American Advanced Study Institute Balancing Hydropower development and Biodiversity: Is Sustainability in an Adaptive Management Framework Achievable?*).

Los objetivos del PASI se centraron específicamente en desarrollar una mayor comprensión de los vínculos entre los cambios naturales y antropogénicos, y la respuesta biológica a los esquemas de desarrollo hidroeléctrico.

- Proyecto Plan Energético Regional (PER) propuestas de construcción de una planificación energética territorial para la región del Biobío

Los Planes Energéticos Regionales (PER) corresponden a la expresión instrumental del proceso de ordenamiento territorial energético regional que nace a partir de las metas y acciones definidas en la Agenda de Energía y en la Política Energética 2050. En ellos se plasma la visión energética de la región y se establecerán las condicionantes territoriales para su desarrollo, en concordancia con la Estrategia Regional de Desarrollo y otros instrumentos de planificación regional.

El proceso de elaboración de los PER es gradual y contempla las siguientes etapas:

- Diagnóstico Prospectivo.
- Propuesta de Planificación Estratégica.
- Proceso de implementación, monitoreo y seguimiento.

El Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, ejecutó entre 2014 y 2018 las primeras dos etapas del PER Biobío (la tercera aún no se ha realizado). La primera etapa (Diagnóstico prospectivo) concluyó con una propuesta de lineamientos y objetivos estratégicos en materias territoriales y energéticas. Estos lineamientos derivaron del análisis de variables estratégicas, o nodos críticos, establecidos en el diagnóstico.



- **Plan de Recuperación del Lago Lanalhue (PRELA)**

PRELA es el Programa de Recuperación de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas de la Provincia de Arauco. El objetivo principal del programa es promover la mantención y recuperación de los servicios ecosistémicos que aportan las cuencas de los lagos Lanalhue y LleuLleu, para aumentar la competitividad del territorio. Contribuyendo a este Plan, el Centro EULA desarrolló en los últimos años dos estudios relacionados a un Diagnóstico Territorial de la Cuenca del Lago Lanalhue con una propuesta de manejo y gobernanza, participativa y también un proyecto que aporta al desarrollo de una norma de calidad secundaria del Lago Lanalhue, para contribuir a la recuperación y cuidado de su calidad ambiental.

## El Centro Eula-Chile y la Colaboración Científica Internacional

El Centro EULA ha desarrollado una Intensa y fructífera colaboración científica internacional. Numerosos proyectos con la colaboración de diversos centros y universidades, particularmente europeos y de Norteamérica (EEUU y Canadá), Italia, Alemania, Bélgica y España).

El río Biobío, ha sido el tema central de estudio de estos proyectos. Las modalidades de colaboración científica han sido la bilateral y configuración de redes. Como en el VI Programa Marco de la Unión Europea, que cubrió actividades en los campos de la investigación científica, desarrollo tecnológico y proyectos de demostración para el período 2002-2006. Este programa permitió la presentación de proyectos en el contexto de la cooperación internacional para el desarrollo (INCO-DEV). Las temáticas y los requerimientos fueron definidos sobre las bases de los diversos concursos que constituyeron el Programa VI. Actualmente, se desarrolla un programa ERASMUS con la Universidad de Koblenz-Landau, Alemania en temáticas asociadas a la didáctica de la interdisciplina en las ciencias ambientales.

- **Organización de la Conferencia Internacional: Ciencia y Tecnologías de la Información para el Manejo Sostenible de Ecosistemas Acuáticos** (*International Conference: Science and Information Technologies for Sustainable Management of Aquatic Ecosystems*).

La Conferencia Internacional Ciencia y Tecnologías de la Información para la Gestión Sostenible de los Ecosistemas Acuáticos, una reunión conjunta del 7º Simposio Internacional sobre Ecohidráulica y la 8ª Conferencia Internacional sobre Hidroinformática, fue promovida y coordinada científicamente por la Asociación Internacional de Ingeniería Hidráulica, la Asociación Internacional del Agua para las Ciencias Hidrológicas (IAHS) y el Grupo Internacional de Modelización Acuática (IAMG).

La sede de la conferencia fue la Universidad de Concepción, que se seleccionó para llegar a los países de América Latina, además de apoyar y expandir a los colegas de IAHR en la región.

En segundo lugar, al enfocar parte de la conferencia en Patagonia (uno de los ecosistemas más amenazados y únicos del mundo), existe la oportunidad de llevar a bajo la responsabilidad del Centro EULA y la IAHR experiencia, para contribuir a la forma en que las agencias gubernamentales están planificando y administrando la región.

La participación fue significativa, con más de 500 investigadores de instituciones gubernamentales, y académicas de todo el mundo.

- **Organización de la Conferencia internacional de la Asociación Internacional del Agua (IWA) sobre la industria forestal y sus aguas de desecho así como la 8va Conferencia sobre el destino y efectos de los efluentes de la actividad forestal, de la Sociedad de Química y toxicología Ambiental (SETAC), en Enero de 2012.**

Arayendo a mas de 300 investigadores de todo el mundo, en Enero del 2012, en nuestra Universidad, tanto de la academia, como de la industria y el gobierno, siendo una instancia para compartir los avances de la investigación realizada por el Centro y la emergencia de nuevos problemas en el tratamiento de efluentes complejos como los de la industria de celulosa y en el conocimiento de sus impactos en los cuerpos de agua receptores de las descargas de este tipo de industrias.

- **Organización del IV Workshop Interdisciplinar sobre indicadores de sustentabilidad en Marzo del 2015 (WIPIS, 2015) en conjunto con colegas de la Universidad de Sao Paulo en Brasil, realizado en nuestra universidad, convocando a mas de 100 colegas a discutir sobre el rol de las universidades en su contribución al desarrollo**

sustentable, este taller dio origen a un libro publicado el año 2016 sobre Desarrollo Sustentable :Miradas interdisciplinarias en Chile y Brasil, editado por la Universidad de Concepción.

- **Aportes de EULA a la formulación de las Normas Secundarias de Calidad de Agua de Chile y a la NSCA de la Cuenca del río Biobío.**

Investigadores del Centro EULA hicieron aportes a la guía y al documento del Departamento de Asuntos Hídricos y Ecosistemas Acuáticos del Ministerio del Medio Ambiente, sobre la base de la experiencia y conocimiento del trabajo del Programa de Monitoreo del río Biobío (1995-2019) (Parra *et al*, 2004, 2013).

- **Cátedra UNESCO o de la Red UNITWIN: Manejo de Recursos Naturales, Planificación Territorial y Protección Ambiental para un Desarrollo Sustentable.**

Al respecto, es importante tener presente que Chile es poseedor de 12 cátedras, todas ellas localizadas en las universidades, de las cuales dos de ellas pertenecen a la Universidad de Concepción, una de ellas a la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, y otra en el Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile y Facultad de Ciencias Ambientales.

La página web del Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile ([www.eula.cl](http://www.eula.cl)) canaliza la información que se produce de las diversas actividades de investigación, docencia y extensión, que se ejecutan como el auspicio y apoyo de la Cátedra UNESCO.

También se han generado numerosas publicaciones (libros, revistas de corrientes principal, folletos de divulgación, etcétera, sobre los ecosistemas acuáticos de la Región del Biobío, y su relevancia para el desarrollo productivo y urbano, además de la salud de la población.

Una parte importante de las actividades de extensión que efectúan el Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile y la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Concepción, se enmarcan en el contexto de la Cátedra. La organización de talleres, seminarios, y cursos para el sistema educativo formal, como también a la comunidad en general.

- **Escuelas de Verano**

El Centro EULA desde sus inicios ha desarrollado una actividad académica muy relevante, que refleja la importancia que ha tenido para su propio desarrollo la colaboración internacional. Desde el año 1997, todos los años en el mes de enero se efectúa la Escuela Ambiental de Verano, período en el que se dictan normalmente tres a cuatro cursos intensivos, dictados por profesores de la Facultad y EULA, convocando a docentes invitados extranjeros, de las universidades con las cuales se mantiene colaboración universitaria internacional.

## **Prestación de Servicios: Asesorías**

El Centro EULA-Chile ha apoyado y fomentado las acciones de consultoría como una función esencial y necesaria para su desarrollo y crecimiento académico - formativo.

Además, le han permitido conocer la estructura y especial forma de funcionamiento de las organizaciones públicas y privadas, habilitando un nexo expedito para difundir y promover prácticas ambientalmente sustentables.

## **Desafíos Actuales y Futuros**

El Centro EULA y la recientemente creada Facultad de Ciencias Ambientales ha ido progresivamente ganando espacios y reconocimiento al interior de la Universidad de Concepción, pero la sustentación de su trabajo científico, el mejoramiento de su infraestructura, así como parte del financiamiento de su personal, ha sido en gran parte responsabilidad e iniciativa del propio Centro, del esfuerzo de su personal y de la generosa cooperación internacional.

Ahora bien, por razones estatutarias y reglamentarias se debió crear en 2012, a partir del Centro EULA, la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Concepción, única manera de poder impartir la carrera de ingeniería ambiental y los programas de postgrado que ofrecía el Centro.

Facultad y Centro EULA son ahora responsables de seguir en la tarea de consolidar el desarrollo del pensamiento, la investigación, la formación de profesionales y de

investigadores de excelencia en el ámbito de las ciencias ambientales, que la Región y el país necesitan.

Como se indicaba anteriormente (Parra 2011, Parra *et al*, 2010) en Chile las universidades en general siguen ancladas y prisioneras de los paradigmas y metodologías tradicionales de la educación. Sobre todo, en lo que se refiere a la división compartimentada de las disciplinas en facultades y departamentos estancos, que dificulta y/o impide el ejercicio interdisciplinario para el análisis de realidades complejas.

Esta situación podrá variar y experimentar un cambio cualitativo importante, en la medida que la propia universidad tome conciencia de la necesidad de adaptarse a esta nueva realidad, y genere nuevas estructuras académicas, espacios, cultura y métodos de enseñanza y aprendizaje, capaces de acoger los nuevos temas que requieren ser abordados a la luz de los nuevos paradigmas. Esta oportunidad está abierta con el nuevo programa que están desarrollando las Facultades de Ciencia de la UdeC con el apoyo de CORFO denominado Ciencia 2030, de la cual la Facultad y Centro EULA es parte.

Una de las definiciones de las ciencias ambientales o ciencia ambiental, dice que es “el estudio del impacto del hombre sobre la estructura y función de los sistemas ecológicos y sociales, y el manejo de estos sistemas para su beneficio y su supervivencia”. Por su parte, resulta interesante, complementando esta definición de ciencia ambiental, considerar que el Informe Mundial sobre Ciencias Sociales de UNESCO, señala que “ninguna disciplina o ámbito de la ciencia puede aprehender –y aún menos tratar– los problemas complejos entrañados por el cambio global y la sostenibilidad”.

El cambio ambiental y social global que estamos experimentando, exige ahora “comprender la acción en el seno de sistemas socio-ecológicos complejos”, y entender “la inseparabilidad de los sistemas y problemas sociales y ambientales”, subraya el mencionado Informe (UNESCO, Consejo Internacional de Ciencias Sociales, 2013). Esta nueva definición abre el camino para interactuar en la interdisciplinariedad, desde las ciencias sociales y otras del gran espectro científico.

Hoy en día la realización de estudios interdisciplinarios constituye una preocupación dominante en muchas universidades e institutos de investigación. La búsqueda de formas de organización que hagan posible el trabajo interdisciplinario surge, sin duda, como reacción contra la excesiva especialización que prevalece en el desarrollo de

la ciencia contemporánea. Los ejemplos del Nucleo Milenio MUSELS y del Centro FONDAP CRHIAM, ambos liderados por académicos de la Facultad y el Centro, son alentadores en esa dirección.

La experiencia indica que los generalistas de las ciencias, han emergido de aquellos que han recorrido el camino de la profundización. También hay que señalar que hoy día se cuenta con información de profundidad en línea, con la que antes no se disponía. La interdisciplinariedad no emerge espontáneamente poniendo juntos a varios especialistas, sino que requiere un esfuerzo y una disposición personal de cada investigador y docente, y por supuesto también de la disponibilidad de las autoridades universitarias, en el sentido de motivar y poner a disposición espacios académicos reales y virtuales.

Los problemas vinculados a los procesos de globalización tienen el carácter de complejos. Lo local interactúa y es interdependiente de procesos globales. La naturaleza, los ecosistemas se han tornado cada vez más complejos y vulnerables debido a la acción antrópica. Por lo mismo que ya no es posible estudiar ni analizar las partes, ni los sistemas naturales y sociales por separado. La multi e interdisciplina está llamada a concurrir con comprensión y metodología científica, a los lugares donde se produce y converge inevitablemente la vida natural y humana, como un fenómeno integrado.



*EULA - CHILE*

## Referencias Bibliográficas

- Faranda F, Frache R, Parra O & Povero P. 1994. Application of the EULA Model in Chile on the Biobío River Basin- Gulf of Arauco- San Vicente Bay System: Synthesis. Volume 1 published for the International Colloquium, Paris, 224 pp.
- Parra O. 2001. El desafío de abordar los temas ambientales desde una perspectiva interdisciplinaria. *Ambiente y Desarrollo* 17(1): 94-100.
- Parra O. 2001. La realidad chilena frente a la creación de Centros Ambientales. *Ambiente y Desarrollo* 17(2): 67.
- Parra O, Valdovinos C, E. Habit & Figueroa R. 2004. Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema río Biobío (1994-2004). Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción. Imp. Valverde S.A. 32 pp.
- Parra O. 2010. El Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile, Universidad de Concepción: Evolución y perspectivas a 20 años de su creación. Trama Impresores S.A. 361 pp.
- Parra O. 2011. Desafíos académicos en un país de gran complejidad territorial, vulnerabilidad a desastres naturales y al cambio climático. In: Instituto Italo-Americano IILA (Ed.). *Oceanografía: Azioni preventive contro le catastrofinaturali-Politiche di formazione in scienze del mare*. Editorial Stampa 3 Roma, 233 pp.
- Parra O, Rojas J & Zaror C. 2011. Desafíos Ambientales para un Desarrollo Sustentable. En: *Chile Rumbo al Desarrollo: Miradas Críticas* (Cousiño F & Ana Foxley M. Editores). Comisión Nacional Chilena de Cooperación con UNESCO. Reg. Prop. Intelect. N° 216466: pp. 203-240.





Figura 1.

Campus central de la Universidad de Concepción, donde se localizaban gran parte de las facultades e investigadores que participaron en el Proyecto EULA.

# CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES EULA - CHILE

CAPITULO 1 EL CENTRO EULA-CHILE: BREVE HISTORIA Y APORTES AL DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA REGIÓN Y EL PAÍS



Figura 2.

Parte de las instalaciones del Centro de Ciencias Ambientales-EULA Chile, que albergaron a los investigadores del Proyecto EULA desde el año 1989 al 1993.

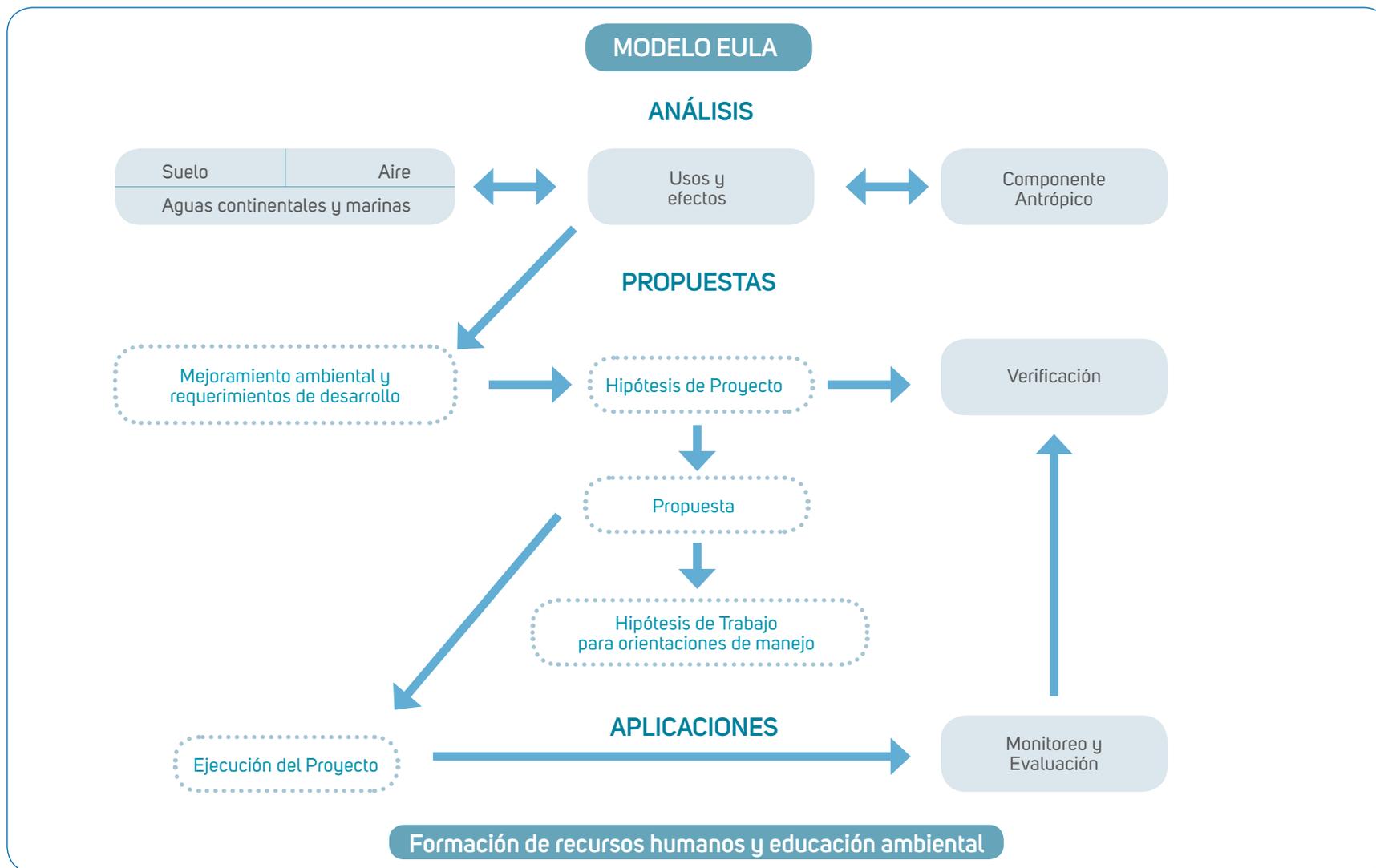


Figura 3.

Esquema del Modelo EULA con sus fases y componentes.





Figura 6.

Una de las portadas de los 24 volúmenes que contenían los resultados del Proyecto EULA.

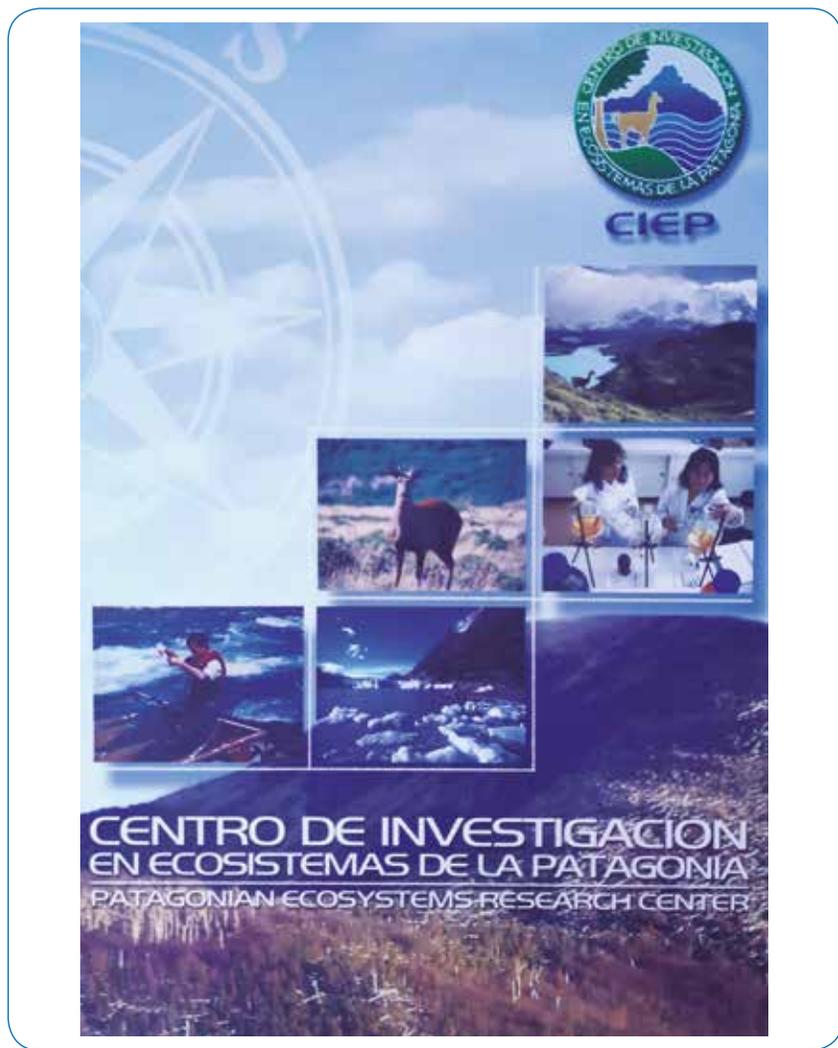


Figura 7.

Portada del folleto del CIEP.



# CAPÍTULO 2

## EVOLUCIÓN DE LA INSTITUCIONALIDAD AMBIENTAL CHILENA EN LOS ÚLTIMOS 30 AÑOS

Paula Nieto

### Introducción

La institucionalidad ambiental, tal y como la conocemos hoy, es producto de un proceso que se inició a nivel mundial en la década de 1970, cuando la mayoría de los países comenzaron a crear órganos estatales especiales o asignaron a entidades que ya existían, funciones integrales de conservación del medioambiente.

Si bien hasta ese entonces existieron numerosas leyes que regularon la explotación de los recursos naturales, y que otorgaban a ciertos organismos “competencias ambientales”; no es sino hasta la década de los 70 que podemos hablar propiamente de una “institucionalidad ambiental”.

Se ha definido como aquella institucionalidad: “de organismos especiales que tengan por función exclusiva o principal la conservación del medio ambiente como un todo armónico, y que por ende sean los encargados de elaborar e implementar políticas integrales de protección con dicho objeto”.

En el contexto internacional podemos identificar dos grandes hitos de este período, los cuales van incorporando el tema medioambiental en la agenda pública internacional:

- La dictación en Estados Unidos, el 1° de enero de 1970, de la National Environmental Policy Act (en adelante NEPA).
- La realización en Estocolmo de la 1° Conferencia Mundial Sobre el Medio Ambiente (denominada Conferencia Mundial Sobre el Medio Humano) en junio de 1972.

En Latinoamérica, también se muestran los primeros avances, en Argentina se crea la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano en 1972, y 14 de sus 24 provincias incorporaron la protección ambiental en sus constituciones políticas, dictando, además, leyes generales de medioambiente destinadas a regir en sus respectivos territorios.

Por su parte, Colombia dicta la Ley N° 23 de 1973, por medio de la cual el Congreso delegó facultades extraordinarias al Presidente para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente (Decreto Supremo N° 2.811 de 1974).

Brasil crea en 1973 la Secretaría Especial de Medio Ambiente (SEMA) dentro del Ministerio del Interior, y en 1981 se crea el SISNAMA (Sistema Nacional de Medio Ambiente) y la CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente) (Acuña 1999).

En Chile, durante dicho período también podemos identificar esfuerzos por profundizar en el estudio e investigación del medioambiente, y si bien no existieron organismos con competencias en conservación ambiental, sí constituyen la antesala de lo que sería el primer hito de la institucionalidad ambiental chilena.

Así, en 1964 el Consejo de CORFO estableció el Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (IREN), que tenía por función mantener actualizada la información sobre los recursos naturales del país, promoviendo investigaciones para afianzar su desarrollo productivo.

Además, a través de Corfo, se organizaron diversas corporaciones privadas destinadas al estudio, reconocimiento y evaluación de los recursos naturales.

En 1967, se habían constituido, entre otros, los siguientes organismos: Instituto de Fomento Pesquero, Instituto Forestal, Instituto de Investigaciones Geológicas y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias” (Hajek 1998). Sin embargo, con el golpe de Estado, 1973, la protección del medioambiente como quehacer público no experimentó avances destacables. Al contrario, hubo una transición en política económica desde el modelo ISI hacia el llamado new deal, en que los decretos leyes que se dictaron y que regulaban la explotación de recursos naturales, seguían siendo concebidos bajo el prisma sectorial del fomento productivo, al ser estos recursos, ahora, parte central de la nueva estrategia nacional de desarrollo, basada en la apertura de la economía chilena al comercio exterior.

Las disposiciones propiamente ambientales que se dictaron durante el régimen militar se redujeron, básicamente a normas sobre la preservación de la calidad del aire. Ello por una cuestión contingente de salud pública, más que, por una conciencia asentada sobre la necesidad de preservación del medio ambiente, salvo por la notable excepción del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), establecido por la Ley N°18.362 de 1984.

La firma de algunos acuerdos y convenios internacionales en la materia tampoco incidió de manera notoria en los marcos regulatorios internos, toda vez que su incorporación a

la legislación nacional estuvo asentada en procesos muy lentos y poco efectivos (Acuña 1999).

Es por ello que, para la institucionalidad ambiental chilena, podemos identificar a partir de los años '80 tres grandes hitos:

El primer hito en esta materia lo constituye el temprano establecimiento en la Constitución Política de 1980, del derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Además, la carta consigna el deber del Estado de velar por la no afectación de este derecho, comprometiéndolo a tutelar la preservación de la naturaleza, considerando el amparo de este derecho vía recurso de protección.

El segundo hito tuvo lugar con la dictación en 1994 de la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente (en adelante LBGMA), que sentó las bases de la regulación medioambiental en Chile a través de principios, definiciones, procedimientos, instrumentos de gestión ambiental, y una institucionalidad a cargo de la política ambiental y de la implementación de todo lo anterior.

El tercer hito es de una data más reciente: es el rediseño de la institucionalidad ambiental y la introducción de importantes modificaciones a la LBGMA, en enero de 2010, a través de la publicación de la Ley N° 20.417 (Boettiger 1994).

Revisaremos cada uno de estos hitos.

### Primer hito: la Constitución Política de la República de 1980.

La Constitución Política de la República (CPR) de 1980 es la primera carta fundamental chilena en reconocer, en su art. 19 N° 8, el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Esta incorporación eleva dicho derecho al rango constitucional, reconociéndolo como un derecho fundamental que pertenece a todas las personas.

La incorporación de la protección constitucional al medioambiente y la redacción de la misma, fue el fruto de un interesante y largo debate que al respecto se generó en la Comisión de Estudio de la Nueva Constitución, más conocida como la “Comisión Ortúzar”.

De la historia fidedigna del artículo 19 N°8 de la Constitución Política de la República ("CPR"), se desprende que fue don Sergio Diez quien propuso que el texto constitucional incorporara preceptos relativos al medio ambiente, la no contaminación y el equilibrio ecológico, y que posteriormente, fue don Enrique Evans de la Cuadra quien se hizo cargo del tema en la CENC (Comisión de Estudio de la Nueva Constitución), solicitando al profesor de Derecho Político, don José Luis Cea<sup>1</sup>, la realización de un anteproyecto sobre la materia, el que luego fue enviado a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).

Dicha institución realizó dos informes, y el último de ellos, llamado "Ideas Básicas Sobre Protección Constitucional y Legal del Medio Ambiente y los Recursos Naturales", fue el considerado en la redacción del precepto constitucional.

De acuerdo con dicho informe, entre los conceptos básicos en que debía fundarse la redacción del precepto constitucional, estaba (como relevante para el diseño institucional) el "asegurar la existencia de organismos técnicos dotados de imperio, independencia y autonomía suficiente para adoptar decisiones sobre los problemas relacionados con la protección del medio ambiente y los recursos naturales, y abrirse a la acción pública la iniciativa para impetrar dicha protección".

Si bien durante la discusión del precepto se propuso abordar la protección al medioambiente, concebido éste desde una visión más holística, finalmente su protección quedó restringida a una aplicación excepcional, vía recurso de protección.

En este sentido, parte de la doctrina ha llegado a concluir –comentando la discusión constituyente- que: "(...) no es aventurado sostener que el constituyente quiso establecer un statu quo en materia de defensa medio ambiental, una situación de inmovilidad o mantención más que de innovación, desde luego reduciendo la procedencia del recurso cautelar a las acciones y excluyendo las omisiones<sup>2</sup>". Sin perjuicio de lo anterior, esta norma es inédita en la historia constitucional chilena, y ciertamente se trata del hito fundacional de la institucionalidad ambiental chilena. Señala esta norma:

*La Constitución asegura a todas las personas:*

8°- *El derecho a vivir en un medioambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutear la preservación de la naturaleza. Este derecho constitucional consagra el derecho a "vivir" en un medio ambiente libre de contaminación, lo que no significa el derecho a un medio ambiente incontaminado, sino*

el derecho a "vivir" en él, en un ambiente adecuado para el desarrollo de la vida humana. Con ello se pone de relieve el contenido netamente antropocéntrico de este derecho, pues sus titulares son "todas las personas", según precisa el artículo 19 en su encabezamiento (Bermúdez Soto 2000). Ello, además, se condice con la historia fidedigna de su establecimiento, iniciándose las discusiones sobre la agregación de este derecho con motivo del derecho de las personas a la vida y a la integridad física y psicológica consagrada en el mismo art. 19 en su numeral 1. Luego, al señalar "medioambiente libre de contaminación", se refiere a aquel en que los contaminantes se encuentran en concentraciones inferiores a aquellos susceptibles de constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.

Señala el art. 19 N°8, a continuación, en su inciso segundo:

*La ley podrá establecer restricciones específicas al ejercicio de determinados derechos o libertades para proteger el medioambiente.*

Lo que permite la Constitución, a través de este enunciado, es que la ley pueda establecer restricciones a otros derechos distintos del derecho a vivir en un medioambiente libre de contaminación, para asegurar la protección ambiental. En efecto, a diferencia del inciso primero, antropocéntrica, este último inciso lo que protege es el medio ambiente como bien jurídico per se (Bermúdez Soto, Fundamentos del Derecho Ambiental, 2015). No obstante, esta última afirmación, no sería hasta la entrada en vigencia de la Ley 19.300, que este precepto comenzaría a dotarse de un contenido más concreto.

Si bien el artículo 19 N°8 de la Constitución es la norma por excelencia que eleva al rango constitucional el derecho a vivir en un medioambiente libre de contaminación, esta norma debe ser interpretada en conjunto con otras normas de la CPR. Principalmente, destacan aquellas que: a) Imponen el deber del Estado de promover el bien común (art. 1 inc. 3° CPR) y el deber general de Estado de "dar protección a la población" (art. 1. Inc. 4° CPR); y b) Da amparo constitucional del derecho a vivir en un medioambiente libre de contaminación a través del recurso de protección (art. 20 inc. 2° CPR)

- a) Deber del Estado de promover el bien común (art. 1 inc. 3° CPR) y el deber general de Estado de "dar protección a la población" (art. 1. Inc. 4° CPR)
- b) Amparo constitucional del derecho a vivir en un medioambiente libre de contaminación a través del recurso de protección (art. 20 inc. 2° CPR)

La importancia del mencionado artículo, en cuanto a la institucionalidad ambiental, radica en que sirve de base y fundamento para la creación de instituciones propiamente ambientales, a través de las cuales se hizo operativo el referido art. 19 N°8. Fue así como el 21 de junio de 1984, a través del Decreto Supremo N° 271, el Ministerio de Bienes Nacionales fue el primero en establecer un órgano especialmente encargado de la materia ambiental en Chile. Se trató de una comisión interministerial denominada Comisión de Ecología, la que, básicamente, tenía por función proponer al Presidente de la República una nueva institucionalidad ambiental.

El 10 de diciembre de 1984, por medio del Decreto Supremo N° 680 del Ministerio de Bienes Nacionales, esta comisión fue reemplazada por una nueva Comisión Nacional de Ecología (CONADE), cuya función ya no fue proponer al Presidente, sino que “asesorar al Presidente de la República en las acciones generales de Gobierno vinculadas a la protección del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales renovables” (artículo 1°).

Para ello contaba con potestades de orden directivo como: (I) proponer políticas de conservación del medio ambiente y recursos naturales; (II) proponer modificaciones legales y reglamentarias en ese sentido; (III) proponer medidas de coordinación entre los distintos organismos para facilitar el cumplimiento de las políticas sobre medio ambiente; y (IV) emitir estudios técnicos relativos a: programas de investigación para diagnosticar la realidad medio ambiental, creación de un sistema de información ambiental, y programas de educación y capacitación ambiental (artículos 3° y 7°) instituyendo además, un sistema de desconcentración territorial de dicha comisión por medio de Comisiones Regionales de Ecología (CORADE), conformadas por el intendente regional y la figura del Secretario Regional Ministerial (Seremi) respectivo (artículo 9°).

Esta comisión representó la primera institucionalidad propiamente ambiental existente en Chile, establecida bajo la figura de una comisión interministerial ad-hoc, asesora directa del Presidente de la República en funciones directivas, y bajo un modelo coordinador que mantenía el ejercicio de las competencias ambientales de los organismos sectoriales.

### Enfoque reactivo: regulación ambiental hasta 1990.

Si bien la creación del CONADE representó un importante avance institucional, su relevancia práctica fue casi inexistente. De ahí el diagnóstico generalizado en la literatura especializada en cuanto a que, previo a 1990, “existía una escasa internalización

del tema por parte de la sociedad y una casi nula prioridad política. Nunca se había considerado esta materia en la gestión pública y no tenía importancia para los dirigentes de los partidos políticos, ni para las autoridades y, menos aún para la comunidad en general”. La prioridad absoluta era el crecimiento económico.

Es por ello que podemos afirmar que, hasta antes de 1990, primó un enfoque reactivo: los problemas ambientales se enfrentaban a medida que estos aparecían. Los paradigmas bajo los que operaba el Estado eran:

- El crecimiento tiene costos: se está dispuesto a “crecer primero y limpiar después”
- Desregulación de la mayoría de los sectores económicos con impacto ambiental significativo: transporte, pesca, minería, forestal y energético.
- Reducción de la capacidad fiscalizadora del Estado.
- Esfuerzos legislativos aislados, sin mecanismos para hacerlos cumplir y, por cierto, tampoco existía una presión social que los gatillara.

En este escenario, no es difícil comprender por qué a la par con el crecimiento económico, comienzan a hacerse patentes diversos problemas ambientales, entre los que podemos citar la contaminación en la Región Metropolitana; presiones a exportadores (caso CODELCO), el caso del Canal El Morro en Talcahuano; y la consolidación de una “tercera deuda”: la deuda ambiental.

Paralelo a esto, Chile vuelve la democracia, de la mano del Presidente Patricio Aylwin, iniciándose una época denominada como “de transición”, en que, si bien se espera por parte de la ciudadanía y la comunidad internacional una acuciosa revisión y condena a las violaciones a derechos humanos, por otro lado, se busca apaciguar el escenario político nacional, sin que en lo económico se generen cambios significativos. Esta “transición” también se hace presente en el plano medioambiental.

Es así como en abril de 1990 se creó por medio del Decreto Supremo N°349 de la Subsecretaría del Interior, la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana (en adelante CEDRM), presidida por el ministro del Interior e integrada por los ministros de Transportes, Obras Públicas, Vivienda y Urbanismo, la Comisión Nacional de Energía, Hacienda, Economía y el intendente de la Región Metropolitana, que buscaba elaborar y aplicar un plan de descontaminación para dicha región. Santiago, por su ubicación geográfica entre valles y su condición de capital nacional, se

encontraba sumida en una nube de smog, y requería atención urgente como una de las primeras medidas de índole ambiental por parte del nuevo gobierno democrático.

En junio de 1990 se creó por medio del Decreto Supremo N° 240 del Ministerio de Bienes Nacionales, la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONM), una comisión interministerial que reemplazó a la CONADE, y cuya función general era asesorar directamente al Presidente en el “estudio, propuesta, análisis y evaluación de todas aquellas materias relacionadas con la protección y conservación del medio ambiente” (artículo 1°). Se trata de la antesala de la futura Ley Sobre Bases Generales del Medioambiente.

Preside esta comisión el ministro de Bienes Nacionales, y lo integra un Comité de Ministros (su órgano superior), presidido por el propio titular de Bienes Nacionales e integrado por los ministros de Salud, Economía, Fomento y Reconstrucción, Agricultura, Minería, Vivienda y Urbanismo, y Transporte y Telecomunicaciones, siendo esta la autoridad máxima de la CONM en términos de aprobación de planes y proposición de decisiones políticas relativas al medio ambiente (artículo 3°). Además, estaba integrada por una Secretaría Técnica y Administrativa, a cargo de un funcionario designado por el Presidente de la República, que era el órgano técnico de la CONM, encargado de estudiar, analizar y elaborar proyectos, informes y propuestas al Comité de Ministros en los ámbitos de su competencia y un Comité Operativo, presidido por el Secretario Técnico y Administrativo de la CONM e integrado por representantes de los Ministerios del Comité de Ministros, además de otras carteras relacionadas (artículo 5°), siendo su función la de ser el órgano de consulta, análisis y coordinación técnica entre la Secretaría Técnica y Administrativa y el Comité de Ministros.

Dicha comisión se desconcentraba territorialmente en Comisiones Regionales y Provinciales de Medio Ambiente, presididas por el intendente y gobernador respectivos e integradas, las primeras, por los seremis correspondientes. Además, se reconocía la necesidad de establecer, en dicho nivel, los “mecanismos que permitan la adecuada participación y coordinación (con) las organizaciones sociales que existan” (artículo 10°).

Consagraba el modelo coordinador que mantenía las competencias sectoriales: “La creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente no implicará modificación alguna en las funciones y competencias actuales de los diversos ministerios y servicios públicos de la administración del Estado” (artículo 13°).

Fue a este organismo que se encargó en 1990 el estudio y elaboración de un proyecto de ley general sobre medio ambiente y una institucionalidad ambiental para el país.

### Segundo hito. La Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medioambiente

Ya con el retorno a la democracia, paulatinamente el Estado retoma su papel de cautelar el bien común y comienza a hacerse cargo de los problemas relacionados con el ambiente, la contaminación y cómo ésta podía afectar la calidad de vida de la población. De este modo, la política ambiental toma una nueva dimensión a partir de 1990, cuyos principales gatillantes fueron la gravedad de los problemas ambientales, la presión internacional, el interés de los empresarios por contar con reglas claras, y la intención de los gobiernos de la Concertación de poner el tema ambiental sobre la mesa.

Es así como el 14 de septiembre de 1992 se presentó al Congreso Nacional el mensaje del Proyecto de Ley de Bases del Medio Ambiente, que fue publicado definitivamente el 9 de marzo de 1994 como Ley N°19.300 o Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA) -dos días antes del término del período presidencial de don Patricio Aylwin- y en donde se estableció la primera institucionalidad ambiental en Chile.

La LBGMA es el gran hito fundacional en la institucionalidad ambiental chilena, pues fue la primera norma en nuestra historia legislativa en abordar la materia ambiental desde una perspectiva sistémica, volviendo carne las aspiraciones de del artículo 19 N°8 de la CPR. Así se desprende del propio mensaje de la nueva ley: El primer objetivo del presente proyecto de ley, es darle un contenido concreto y un desarrollo jurídico adecuado a la garantía constitucional que asegura a todas las personas el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. En efecto, el proyecto pretende hacerse cargo del deber del Estado de velar para que dicha garantía se cumpla. En virtud de ello, busca dar un marco general en el cual se deba desarrollar el actuar del sector público y el privado. Para ello, la nueva ley presenta innovaciones, tales como:

- En el plano institucional: se busca enfrentar coordinadamente, ya no a nivel de organismos aislados, los problemas más urgentes: La creación de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en junio de 1990 supone el diseño de una nueva institucionalidad ambiental.

- Plano normativo: se desarrolló un marco para la regulación ambiental, estableciendo diversos mecanismos, principalmente los diversos instrumentos de gestión ambiental.
- Crea instrumentos de gestión ambiental, los cuales se enumeran y detallan en la norma.
- Reconoce principios del derecho ambiental.

## Creación de la CONAMA

El legislador de la época, si bien optó por mantener a la comisión como el organismo propiamente ambiental bajo el nuevo sistema, realizó diversas reformas a su estructura interna y funciones, configurando lo que actualmente constituye la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). En cuanto al “modelo institucional” seleccionado.

Éste se estructuró sobre la base de una mirada intersectorial de las competencias ambientales y un rol esencialmente coordinador de la autoridad ambiental a este respecto. Es decir, se asignó a CONAMA la función principal de coordinar el respectivo ejercicio de las competencias ambientales por parte de los organismos sectoriales, los que no vieron modificadas sus atribuciones a pesar del tipo de reforma que se estaba realizando. Ello principalmente debido a dos razones:

- (I) el carácter esencialmente transectorial de la materia ambiental, la que incide y se manifiesta en ámbitos que van desde la salud, urbanismo, transporte, obras públicas, a los temas patrimoniales, como también la educación y economía; todo lo cual justifica un tratamiento integral de la misma con el objeto de incorporar todas estas visiones y aplicaciones; y
- (II) el costo económico y político que implicaría sistematizar y centralizar en una sola autoridad, el amplio espectro de normas y competencias ambientales repartidas en diversos organismos.

Mirado desde el diseño institucional, CONAMA se estructuró administrativamente como un servicio público descentralizado, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (SEGPRES).

Se compone orgánicamente de:

- a) Un Consejo Directivo al que corresponde su dirección superior, integrado por 12 ministros de las carteras relacionadas con materias ambientales y presidido por el ministro de SEGPRES. Sus funciones principales son:
  - la formulación de la política ambiental del Gobierno y velar por su cumplimiento; o velar por la coordinación en materia ambiental entre los ministerios, organismos y servicios públicos; y
  - proponer al Presidente de la República proyectos de ley y actos administrativos relativos a materias ambientales, sin perjuicio de las funciones propias de otros organismos públicos.
- b) Una Dirección Ejecutiva a cargo del director ejecutivo en carácter de jefe de Servicio, designado por el Presidente de la República y a quien corresponde genéricamente su administración superior. Sus funciones principales son:
  - cumplir y hacer cumplir los acuerdos e instrucciones del Consejo Directivo, y realizar los actos y funciones que este le delegue en el ejercicio de sus atribuciones, asistir con derecho a voz a las sesiones del Consejo Directivo; y o crear y presidir, previa aprobación del Consejo Directivo, comités y subcomités operativos formados por representantes de los ministerios, servicios y demás organismos competentes para el estudio, consulta, análisis, comunicación y coordinación en determinadas materias relativas al medio ambiente, pudiendo de igual forma y con el mismo objetivo crear comités consultivos con participación de personas naturales y jurídicas ajenas a la administración del Estado.
- c) Un Consejo Consultivo presidido por el ministro de la Segpres e integrado por dos representantes, respectivamente, del mundo académico, científico, organizaciones no gubernamentales dedicadas a la protección del medio ambiente, empresarial y de los trabajadores, además de un representante del Presidente de la República (todos elegidos por el Presidente de la República por un período de dos años, renovable por una sola vez), cuyas funciones son:
- d) absolver las consultas que le formule el Consejo Directivo; y
- e) emitir opiniones sobre los anteproyectos de ley y decretos supremos que fijen normas ambientales.

Hacemos presente que el Centro EULA integró este consejo consultivo desde el año de su creación hasta 2014.

En la historia legislativa quedó de manifiesto que gran parte de la ineficacia de la normativa ambiental se atribuía a su vasta y dispersa legislación<sup>7</sup> y al considerable número de organismos competentes para aplicarla. Hubo acuerdo en que la solución eficiente al problema pasaba por mantener las respectivas competencias sectoriales e integrarlas por medio de un mecanismo coordinado de intervención, a cargo de la CONAMA, que permitiera dotar de eficacia a la gestión ambiental.

Es por ello que se crea un servicio –la CONAMA– encargado de formular las directrices de política ambiental que dichos organismos sectoriales, en sus respectivas esferas de competencia, debían especificar.

Con la dictación de la Ley N° 19.300, en marzo de 1994, se consolidó en Chile el modelo coordinador y transversal, que se había promovido desde el modelo del “Proyecto de ley básica de protección ambiental y promoción del desarrollo sostenible” de 1993, elaborado para América Latina por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA.

### Avances en materia ambiental durante la década de los noventa

- Se dotó al país de una institucionalidad ambiental.
- Se sientan las bases para el Sistema Nacional de Gestión Ambiental que tiene a CONAMA como eje coordinador del sistema.
- Se diseñan procedimientos para la aplicación de los principales instrumentos preventivos (SEIA) y correctivos.
- Se define un procedimiento para establecer las normas de calidad ambiental y de emisión prioritarias requeridas.
- Se diseñan y aplican planes de manejo, prevención o descontaminación.

### Hacia un enfoque integral:

Desde el año 2000 en adelante, se hace presente una gestión ambiental del quinquenio, con un enfoque más integrativo, a modo de ejemplo:

- Incorporación de la variable ambiental en el proceso de integración económica de Chile (TLC, foros multilaterales, convenios internacionales, etc.).
- Grandes empresas exportadoras mejoran su desempeño ambiental, tendencia a la certificación voluntaria.
- Continúa consolidación de los principales instrumentos de gestión, siendo aún la base el SEIA.
- Continúa el proceso normativo aprobándose 12 normas y dos Plan de Descontaminación en el período.
- Se promueve el desarrollo de instrumentos voluntarios (APL).
- En materia de información ambiental: actualización del catastro de Bosque Nativo, Sistema de Información de la Calidad del Aire, actualización del Informe País, creación del Sistema Información Ambiental Regional, y la creación del Centro de Orientación Ambiental para el Inversionista.
- En educación ambiental se ha propiciado la certificación ambiental de establecimientos educacionales (320 establecimientos). Se han desarrollado un conjunto de iniciativas ciudadanas de protección ambiental (Programa Ciudadanía Ambiental Global, Fondo de Protección Ambiental, etc).

De una situación de carencia casi absoluta de institucionalidad ambiental, se ha avanzado a un Estado donde existe una institucionalidad, una creciente legislación ambiental, avances en reducción de la contaminación, en el diseño e implementación de distintos tipos de instrumentos para la protección del medio ambiente, que trataremos a continuación.

### Instrumentos de gestión ambiental

La Ley N° 19.300 en su Título II regula a los instrumentos de gestión ambiental, entendidos éstos como mecanismos legales con los que la institucionalidad ambiental cuenta para lograr sus objetivos. Son considerados como un conjunto de medidas de variado orden (jurídicas, económicas, planificadoras, etc.) destinadas al logro de finalidades de protección y mejoramiento ambiental. Como concepto de gestión ambiental utilizaremos: “como el conjunto de acciones destinadas a administrar el ambiente con el fin de alcanzar el cumplimiento de una política nacional ambiental que contribuya al logro del desarrollo sustentable” (Fernández 2013).

La gestión ambiental tiene una íntima relación con la institucionalidad ambiental, cuyos órganos están a cargo de aplicar los diversos instrumentos de gestión ambiental. En efecto, dicha gestión tiene una aplicación transversal a través de toda la Administración del Estado, debido a que los problemas ambientales deben ser considerados en forma global y sistemática.

La Ley 19.300 plasma este enfoque sistémico e integral a través de la creación de los llamados Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA), los cuales son: la educación e investigación; el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA); las Normas de Calidad Ambiental y de la Preservación de la Naturaleza y Conservación del Patrimonio Ambiental; y las Normas de Emisión<sup>9</sup>.

## La educación e investigación

Frente a la aparición y reconocimiento de problemas ambientales a nivel global, surge la educación ambiental como una forma de contribuir a la formación de conciencia ciudadana de la responsabilidad y el impacto de las acciones humanas sobre el medioambiente y trascendental a la hora de generar cambios en la conducta de las personas. La Ley 19.300 define la educación ambiental en el art. 2° letra m) como un *proceso permanente de carácter interdisciplinario, destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores, aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio bio-físico circundante, además reconoce su importancia y la consigna en la categoría de instrumento de gestión ambiental estableciendo en el art. 6 que El proceso educativo, en sus diversos niveles, a través de la transmisión de conocimiento y de la enseñanza de conceptos modernos de protección ambiental, orientados a la comprensión y toma de conciencia de los problemas ambientales, deberá incorporar la integración de valores y el desarrollo de hábitos y conductas que tiendan a prevenirlos y resolverlos.*

En el caso de la investigación ambiental, según establece el art. 7 de la Ley 19.300, los fondos destinados a investigación científica, desarrollo tecnológico y social que tengan asignados recursos de la Ley de Presupuestos de la nación, podrán financiar proyectos relativos al medio ambiente, no estableciendo una obligatoriedad de incluir ni excluir la temática de protección medioambiental en las bases de los concursos de proyectos de investigación (Bermúdez 2015).

El Centro EULA ha estado a la vanguardia en la educación ambiental, creando uno de los primeros doctorados en medio ambiente en el país con programa pionero en abordar problemas ambientales complejos desde la multi e interdisciplina, enfoque necesario para la investigación y gestión ambiental. Es así como de nuestro programa han egresado tanto doctores en Ciencias Ambientales como profesionales de distintas áreas (biólogos, ingenieros civiles, geógrafos, bioquímicos, arquitectos, abogados, físicos y químicos). Cuenta con acreditación continua de la Comisión Nacional de Acreditación entre los años 2008 hasta el 2022 y con más de 110 doctores egresados no sólo de Chile sino también de Latinoamérica y Europa.

Encausando estas necesidades, es que en el año 2012, al alero del Centro, se crea la primera Facultad de Ciencias Ambientales en Chile, única en su carácter multi e interdisciplinaria de la Universidad de Concepción.

## Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Es un instrumento que permite introducir la dimensión ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos o actividades en Chile susceptibles de causar impacto ambiental<sup>9</sup>. Para la ejecución o modificación de los mismos, sus titulares deben presentar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), según corresponda. La Ley 19.300 encomendaba administración del SEIA y, por ende, la revisión de los referidos ingresos, a la Comisión Nacional o Regional del Medioambiente (CONAMA o COREMA). Se trata del instrumento de gestión ambiental más conocido por la ciudadanía, ya que constituye desde entonces y hasta el día de hoy el principal canal en torno al cual se han articulado desde la vía institucional y legítima los conflictos socioambientales.

El Centro ha participado en proyectos emblemáticos, tales como: "Programa Mínimo de Evaluación de Impacto Ambiental en torno al Ecosistema Marino Costero Adyacente al futuro Efluente Industrial de Fábrica de Papeles Carrascal" "Evaluación de Impacto Ambiental de la Construcción del Oleoducto Neuquén-Petrox (Territorio chileno)". En la Elaboración de Guía Metodológica para la Aplicación de la Evaluación de Impacto Ambiental en Proyectos Industriales de Celulosa, Pasta de Papel, Plantas Astilladoras, Elaboradoras de Madera y Aserraderos, Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto de Construcción y operación de Terminales Marítimos de Bahía San Vicente, entre otros.

### Norma de Calidad Ambiental y de la Preservación de la Naturaleza y Conservación del Patrimonio Ambiental.

Las normas de calidad pueden ser primarias o secundarias. Las primarias buscan proteger la vida o salud de la población y rigen, por regla general, para todo el territorio nacional; mientras que las secundarias se avocan a la protección o la conservación del medio ambiente y pueden abarcar tanto el territorio nacional como una parte de él.

Las normas primarias regulan a nivel del componente aire las concentraciones de MP10, MP 2,5, O3, SO2, entre otras. Además, se encuentran reguladas las aguas continentales y marinas y estuarios aptas para actividades de recreación con contacto directo.

El Centro EULA- Chile colaboró con la formulación de la guía para dictación de normas secundarias de calidad del agua.

También ha participado en la creación de las normas de calidad secundarias del Biobío, Llanquihue, y en proyectos como Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío. Fase II, Análisis General del Impacto Económico de Norma Secundaria de Calidad de Aguas del Río Biobío en el Sector Silvoagropecuario, Actualización de Antecedentes Técnicos para Desarrollar Norma Secundaria de Calidad para la Protección de las Aguas Marinas del Golfo de Arauco (Punta Puchoco a Punta Lavapié) en la Región del Biobío.

### Sistema de Áreas Silvestres Protegidas públicas y privadas

Se establece un sistema nacional de áreas silvestres protegidas administrado por el Estado, que incluirá los parques y reservas marinas, con objeto de asegurar la diversidad biológica, tutelar la preservación de la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental. Con el mismo propósito, el Estado deberá fomentar e incentivar la creación de áreas silvestres protegidas de propiedad privada cuya afectación será de forma voluntaria y deberán cumplir con las mismas obligaciones que las primeras.

Este instrumento normativo condiciona el uso y destinación de determinadas superficies estableciendo distinciones en sus diversas figuras: parques nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales.

El Centro ha participado en estudios relativos a estas materias, tales como: elaboración del expediente técnico, plan de gestión y administración del sitio prioritario Área Marina de la Península de Hualpén, Elaboración del Plan de Manejo del Parque Nacional Queulat Provincias de Aysén y Coyhaique, Región de Aysén, Diagnóstico y Zonificación del Parque Metropolitano Nonguén, entre otros.

### Normas de emisión.

Son aquellas que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante medido en el efluente de la fuente emisora<sup>10</sup>. Este tipo de normativa establece los límites de la cantidad de contaminantes emitidos al aire o al agua que pueden producir las instalaciones industriales o fuentes emisoras en general. Su aplicación puede ser a nivel nacional o a nivel local dependiendo del objetivo de protección que tenga la norma (SINIA, 2017). Algunos ejemplos de ellas son: D.S N° 90/2001 MSGP, que regula la descarga de riles en aguas superficiales.

El Centro EULA-Chile ha participado en estudios como: Estudio para Análisis de la Factibilidad Técnica y Económica de Normar por Carga, en las normas de emisión considerando capacidad del cuerpo receptor, Efectos de la Implementación de la Norma Primaria de Calidad del Aire MP 2,5 y de la Norma de Emisión de Centrales Termoeléctricas; y Revisión de la Norma Primaria de Calidad del Aire MP10, en el sector termoeléctrico.

### Planes de manejo, prevención o descontaminación.

Los planes de manejo están orientados al uso racional de los recursos naturales renovables de un área determinada para asegurar su conservación, teniendo en consideración la mantención de caudales de cuerpos de agua, conservación de suelos, mantención del valor paisajístico, protección a especies en categoría de conservación, entre otras. Por otra parte, los planes de prevención tienen por objetivo evitar la superación de una o más normas de calidad ambiental primaria o secundaria, en una zona latente. Finalmente, los planes de descontaminación tienen por finalidad recuperar los niveles señalados en las normas primarias y/o secundarias de calidad ambiental en una zona saturada.

De los instrumentos de gestión ambiental el más conocido ha sido la evaluación ambiental a través del SEIA, tanto así que se acuñó el término "seisación"<sup>10</sup> de nuestra institucionalidad ambiental.

#### Régimen sancionatorio anterior a la creación de la Superintendencia de Medioambiente

La Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente contemplaba dos mecanismos de fiscalización y sanción, uno correspondía a los Planes de Prevención y Descontaminación y otro, a las Resoluciones de Calificación Ambiental, en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

En cuanto a los planes, correspondía a las municipalidades y a los otros organismos competentes del Estado, requerir al juez la aplicación de sanciones a los responsables que no cumplieren con el respectivo plan.

Las sanciones a las fuentes emisoras que no cumplieran con las normas de emisión correspondientes eran desde una multa de una hasta 1.000 UTM hasta la clausura definitiva.

En tanto, si se trataba de una Resolución de Calificación Ambiental (RCA), la fiscalización recaía en los órganos de la administración del Estado con competencia ambiental que conformaban el denominado Comité Operativo de Fiscalización (COF), órgano que debía, en caso de constatar un incumplimiento a una RCA, solicitar a la Comisión Regional del Medio Ambiente (COREMA) la aplicación de sanciones, desde una amonestación, multa de hasta 500 UTM o la revocación de la RCA, dependiendo de la gravedad de la infracción, es decir, en este caso, las competencias quedaban acotadas estrictamente a los proyectos sometidos al SEIA. Cabe destacar que el COF carecía de un sustento legal, y más bien obedecía a una modalidad de gestión, para optimizar la coordinación en la fiscalización (Álvarez 2014).

Hacemos presente que en el año 2007 se publica la Ley N° 20.173, que creó el cargo de ministro presidente de la CONAMA, que correspondería al primer ministro designado, en ejercicio de sus funciones propias y dentro del ámbito de sus competencias, formular

y presentar al Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, una propuesta de rediseño de la institucionalidad ambiental.

Pese a la creación de nuevo cargo y después de estos años de funcionamiento, es posible formular algunas críticas a este diseño institucional y desde el análisis político institucional, las críticas dicen relación con los siguientes aspectos:

1. Las dificultades que presenta una institución transversal en una Administración pública vertical;
2. La incomprensión jurídica y de gestión del concepto de coordinación;
3. La intervención de la autoridad política en cuestiones que son eminentemente de decisión técnica;



4. La existencia de asimetrías de información en diversos sentidos;
5. A nivel regional, la institucionalidad ambiental ha sido contradictoria con el modelo transversal;
6. La fiscalización es dispersa, inorgánica y no disuasiva;
7. La gestión local en materia ambiental es débil;
8. La utilización de los instrumentos de gestión ha sido desequilibrada (mucho Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, pocas normas),
9. la normativa ambiental sectorial es, en gran medida, definida por cada sector<sup>12</sup>.

### III. Tercer hito: La reforma del año 2010, Ley N° 20.417

No obstante, los avances del período anterior, quedan importantes desafíos específicos en materia ambiental para los próximos años.

La evaluación del desempeño ambiental de Chile de la OCDE, hace 52 recomendaciones específicas para fortalecer el progreso hacia un desarrollo sustentable.

El ingreso de Chile a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico, OCDE, exigirá en esta materia el sometimiento permanente a escrutinio público de la idoneidad de nuestras políticas ambientales, lo que nos obligará a actuar con seriedad y con criterios de eficiencia y calidad en nuestra gestión ambiental. Pertenecer a la OCDE impondrá en materia ambiental un elevado estándar a nuestras políticas públicas y a la calidad de nuestro crecimiento. Sólo para tener como referencia, en la precitada organización, medio ambiente es el sector con mayor número de actos e instrumentos a los cuales los países miembros deben dar respuesta <sup>13</sup>.

Para revisar lo existente y proponer este cambio se tomó en consideración la experiencia de otros países, que, dentro de las figuras ministeriales presentan grandes diferencias en los arreglos institucionales. Podemos catalogarlas en tres (considerando experiencias OCDE y de América Latina):

- a. Países con coordinación nacional y federal. Los ministerios de Medio Ambiente son pequeños, pero con importantes facultades financieras y de supervisión y evaluación en el cumplimiento de las políticas que ellos desarrollan (Japón, Holanda, Nueva Zelanda, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Hungría, Italia, Luxemburgo y Turquía).

- b. Ministerios con competencias de regulación de la protección ambiental, pero integran facultades en gestión de algunos recursos naturales. (Suecia, Grecia, Irlanda, Noruega, Alemania, Corea, Francia, Reino Unido, Colombia, Costa Rica, Brasil, Finlandia y Suiza).
- c. Ministerios con mayores niveles de integración en gestión y recursos. (República Checa, España, Polonia, Portugal, Dinamarca y México).

Es así como el año 2010, con la entrada en vigencia de la Ley 20.417, que crea el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia de Medio Ambiente, nace una nueva estructura orgánica ambiental en Chile, dando inicio al proceso de transformación más significativo de la institucionalidad ambiental desde la dictación de la Ley de Bases del Medio Ambiente en el año 1994, cuyo proceso de implementación aún está en curso, toda vez que el proyecto de creación del Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas sigue siendo tramitado en el Senado.

El desarrollo de una buena institucionalidad ambiental requiere de órganos especializados que administren los IGA's, que propongan regulaciones ambientales concordantes con la realidad nacional y por cierto se requiere de un órgano fiscalizador con fuertes potestades sancionatorias. La ley N 20.417 recoge estas inquietudes y crea los siguientes estamentos:

### Ministerio del Medio Ambiente

Secretaría de Estado encargada de colaborar con el Presidente de la República en el diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables, promoviendo la integridad de la política ambiental y su regulación normativa. Sus funciones se establecen en el Art. 70 de la LBGMA.

## Servicio de Evaluación Ambiental

El Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) es una de las instituciones ambientales introducidas a nuestro ordenamiento jurídico con la Ley 20.417, con la cual se incorpora en el art. 80 de la Ley 19.300, el cual señala: Créase el Servicio de Evaluación Ambiental como servicio público funcionalmente descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, y sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio del Medio Ambiente <sup>14</sup>.

Si bien hasta antes de la reforma existía el Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA), no existía un organismo articulador a cargo de su implementación en torno al cual confluyeran todos los organismos sectoriales intervinientes que deben pronunciarse con respecto a una DIA (Declaración de Impacto Ambiental) o un EIA (Estudio de Impacto Ambiental). Del tenor del artículo transcrito, destaca que el SEA es un órgano independiente del ejecutivo, gozando de mayor autonomía en su funcionamiento y ejercicio de facultades.

El SEA tendrá entre sus competencias la administración del SEIA, publicar y mantener una base de datos de libre acceso con los proyectos sometidos a evaluación de impacto ambiental georreferenciados, poner a disposición un sistema de información en el sitio web de los permisos y autorizaciones de contenido ambiental

## Superintendencia del Medio Ambiente

La Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) nace como una respuesta al largo debate doctrinario sobre el modelo institucional ambiental chileno y su especial carencia en temas de fiscalización/sanción. "La sociedad chilena percibe amplios espacios de falta de enforcement (aplicación efectiva) de nuestra legislación ambiental", insuficiencia que había sido también detectada por la evaluación del desempeño ambiental del país (entre los años 1990 y 2004) realizada por la OCDE, que recomendó a Chile: desarrollar y fortalecer aún más los marcos normativos (normas, entre otros) para mejorar la salud ambiental y cumplir los compromisos internacionales de Chile; examinar formas de fortalecer la capacidad de cumplimiento y fiscalización, incluso mediante reformas institucionales, como por ejemplo el establecimiento de un órgano de inspección

ambiental. La Ley 20.417 se hizo cargo de esta recomendación, reconociendo en su mensaje nuestro modelo de fiscalización es altamente ineficiente. Es necesario contar con una autoridad que unifique los criterios, procedimientos e incentivos de las normativas ambientales (Álvarez 2014)

El artículo 2° de la Ley 20.4179 creó la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y estableció su ley orgánica (LOSMA). La SMA constituye un servicio público funcionalmente descentralizado, dotado de personalidad jurídica y patrimonio propio, sometido a la supervigilancia del Presidente de la República a través del Ministerio del Medio Ambiente. Constituye una entidad fiscalizadora en los términos del Decreto Ley N°3.551, de 1981. Su domicilio será la ciudad de Santiago, sin perjuicio de las oficinas regionales que pueda establecer el superintendente en otras ciudades del país.

El objeto de la SMA se expresa en su artículo 2°: ejecutar, organizar y coordinar el seguimiento y fiscalización de las Resoluciones de Calificación Ambiental, de las medidas de los Planes de Prevención y/o de Descontaminación Ambiental, del contenido de las Normas de Calidad Ambiental y Normas de Emisión y de los Planes de Manejo, cuando corresponda, y de todos aquellos otros instrumentos de carácter ambiental que establezca la ley.

De esta manera, la SMA ostenta facultades de fiscalización exclusivas sobre los instrumentos a que se refiere el artículo anterior, lo que se traduce en ejecución de labores de inspección, control, medición y análisis. Lo esencial de la fiscalización radica en que su objetivo es la verificación del cumplimiento de la normativa o condiciones de operación.

De acuerdo al artículo 35 de la LOSMA (Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente), las infracciones de las cuales puede tomar conocimiento e instruir el respectivo proceso sancionatorio son incumplimientos de RCA (Resolución Calificación Ambiental), ejecución de actividades sin contar con RCA (elusión al SEIA), transgresión de instrucciones y normas dictadas por la SMA, incumplimiento de normas de emisión, de medidas contenidas en planes de prevención y/o descontaminación, planes de recuperación o conservación de especies, planes de manejo, requerimientos de información, medidas provisionales ordenadas en procedimientos sancionatorios, así como, de manera residual, incumplimiento de toda norma ambiental que no tenga una sanción establecida en forma específica<sup>15</sup>.

En conjunto con esta remozada institucionalidad ambiental es necesaria la creación de tribunales especiales, que impartan la anhelada justicia ambiental, y es por ello que se crean, no exentos de discusión, los tribunales ambientales.

### Tribunales ambientales

La nueva institucionalidad se completa con la creación de la figura del Tribunal Ambiental, ente jurisdiccional especializado e independiente que se encuentra bajo la supervigilancia directiva, correccional y económica de la Corte Suprema. Conforme a Ley N° 20.600 que se publicó en junio de 2012.

Los tribunales ambientales cuentan con diversas competencias, como resolver las reclamaciones que se interpongan en contra de resoluciones de la SMA, de los decretos que establezcan normas de calidad y de emisión, que declaren zonas como latentes o saturadas, que establezcan planes de prevención o de descontaminación, como también ser los tribunales encargados de conocer y resolver las demandas por daño ambiental que se interpongan.

Se establecieron tres tribunales ambientales para el país, distribuidos geográficamente en tres macrozonas: Primer Tribunal Ambiental, con asiento en la comuna de Antofagasta y jurisdicción en la macro zona Norte del país (en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama y Coquimbo); Segundo Tribunal Ambiental, con asiento en Santiago y jurisdicción en la macro zona centro (en las regiones de Valparaíso, Metropolitana, Libertador General Bernardo O'Higgins y Maule) y Tercer Tribunal

Ambiental, con asiento en Valdivia y jurisdicción en la macro zona Sur (comprende las regiones de Ñuble, del Biobío, la Araucanía, los Ríos, los Lagos, Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Magallanes, y la Antártica chilena).

El primero en constituirse fue el Segundo Tribunal Ambiental con asiento en Santiago, en el mes de diciembre de 2012, teniendo competencia en todo el país, en tanto no se constituyeran los dos restantes. Luego, en diciembre de 2013, se constituyó el Tercer Tribunal Ambiental, con asiento en Valdivia, y, finalmente en septiembre de 2017 se constituyó el Primer Tribunal Ambiental en Antofagasta.

El Centro EULA - Chile en conjunto con la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad de Concepción, ha suscrito convenios con el 1° y 2° Tribunal Ambiental. Estos apuntan a la colaboración mutua en materias de investigación y educación, promoviendo la interdisciplina.

Evaluación Ambiental Estratégica. Nuevo Instrumento de Gestión Ambiental (EAE).

Dentro de los desafíos sobre desempeño ambiental de Chile, planteados por la OCDE en el año 2005, indicó la conveniencia y necesidad de que nuestro país incorpore el procedimiento de evaluación ambiental estratégica en el proceso de generación de planes, normas y programas públicos, recomendando, asimismo, llevar a cabo esta evaluación principalmente en las políticas energéticas y de transporte de largo plazo de las áreas urbanas del país (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL 2005).

Es así como, finalmente, a través de la Ley 20.417, se incorpora un nuevo Instrumento de Gestión Ambiental, adicional a los IGA que ya contemplaba la Ley 19.300, la Evaluación Ambiental Estratégica.

Se trata de un verdadero hito en términos de ordenamiento territorial para Chile, respecto al cual históricamente el Estado había estado al debe. Este IGA obliga a incorporar una visión medioambiental al momento de planificar los usos del territorio a distintas escalas.

La propia LBMA lo define en su artículo 2 letra i bis) como "El procedimiento realizado por el Ministerio sectorial respectivo, para que se incorporen las consideraciones ambientales del desarrollo sustentable, al proceso de formulación de las políticas y planes de carácter normativo general, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad, de manera que ellas sean integradas en la dictación de la respectiva política y plan, y sus modificaciones sustanciales"<sup>17</sup>. Destaca en esta definición que evalúe políticas y planes, toda vez que la mayoría de los países en los cuales se aplica la EAE evalúan planes y programas, siendo muy pocos los que consideran las políticas<sup>18</sup> (Hübner 2016). En efecto, los instrumentos que quedarán sometidos a la Evaluación Ambiental Estratégica son, en consecuencia:

1. Políticas, planes y sus modificaciones sustanciales, que cumplan con los siguientes criterios: a) Sean de carácter normativo general, b) Tengan impacto en el medio ambiente o la sustentabilidad, c) Definidos por el Presidente de la República, a proposición del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad.
2. Planes regionales de ordenamiento territorial, planes reguladores intercomunales, planes reguladores comunales y planes seccionales, planes regionales de desarrollo urbano y zonificaciones del borde costero y del territorio marítimo y el manejo integrado de cuencas, así como los instrumentos de ordenamiento territorial que los reemplacen o sistematicen. En forma obligatoria y con independencia de los criterios anteriores.

Como resumen de los avances de este tercer hito podemos mencionar:

- Separación de funciones en órgano ejecutivo, jurisdiccional, fiscalizador, sancionatorio, y político.
- Gran impulso a la fiscalización ambiental.
- Modificaciones ley 20.657 Ley General de Pesca.
- Áreas Marinas protegidas<sup>19</sup>.

- La Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras<sup>20</sup>.
- Creación de tribunales especializados en materia ambiental.

## IV. Los necesarios cambios a nuestra institucionalidad

Hoy en día la gestión ambiental es sin lugar a dudas un aspecto del desarrollo en permanente análisis y discusión en las distintas esferas. En ello han incidido favorablemente los movimientos sociales y la sociedad civil, visibilizando nuevas problemáticas socioambientales a lo largo de todo el país y profundizando la discusión sobre las mismas.

Es así como, al cumplirse 30 años del Centro EULA- Chile, nuevamente nos vemos enfrentados a un posible gran cambio en la institucionalidad ambiental.

A fines de julio de 2018, se ha presentado el Boletín N° 11952-12: Moderniza el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, iniciativa del Presidente Sebastián Piñera<sup>21</sup>.

Este proyecto pretende actualizar el SEIA, centrándose en tres grandes ejes, a saber: despoltización de la evaluación ambiental, participación ciudadana temprana y división en macrozonas.

### Despoltización de la evaluación ambiental

El mensaje del proyecto sostiene que uno de los problemas que ciertas instituciones públicas deben enfrentar, radica en que decisiones de carácter técnico se adoptan dentro de un marco discrecional, por instituciones con una fuerte constitución política", lo cual "a ojos de la ciudadanía, ha mermado su objetivo -del EIA-, que es la protección del medio ambiente". Para ello propone modificar "la conformación de la Comisión de Evaluación Ambiental de naturaleza regional, en tres comisiones macrozonales conformadas por autoridades conocedoras de las materias sobre las que deberán pronunciarse, y por actores técnicos, restringiendo el factor político. Paradojalmente dichas comisiones están integradas mayoritariamente por miembros elegidos discrecionalmente por el ejecutivo<sup>22</sup>.

### Participación ciudadana temprana

Hay consenso en el mundo de las políticas públicas sobre la importancia de la participación ciudadana en la gobernanza de los territorios, son sus habitantes quienes los conocen, usan y dan sustentabilidad. Es por ello que se hace tan importante el fortalecimiento de los canales de participación ciudadana en los distintos instrumentos de gestión ambiental.

La propia evaluación de desempeño ambiental de la OCDE a Chile criticaba ya los canales de participación existentes en el procedimiento de EIA, señalando que, dado que la participación ciudadana tiene lugar en una etapa avanzada del desarrollo del proyecto, cuando resulta improbable que se analicen soluciones alternativas, a la comunidad local esencialmente se le solicita que apruebe un proyecto prediseñado. Por consiguiente, la participación ciudadana solo puede tener injerencia en las acciones de mitigación ambiental establecidas (OCDE 2013).

Lo anterior, busca avanzar en la concreción del Principio 10° de la Declaración de Río Sobre Medio Ambiente y Desarrollo, en virtud del cual se establece que el mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda, agregando que los estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos.

La etapa de participación anticipada concluirá con la creación de los términos de referencia ambientales, que serán elevados en consulta al Tribunal Ambiental para su autorización, con el objeto de asegurar que se elaboraron en cumplimiento de esta ley.

Finalmente, es importante agregar que este proyecto también ampliará la participación ambiental, ya que podrá realizarse en todos los procesos de evaluación ambiental, sin importar que ingresen al SEIA vía Declaración o Estudio de Impacto Ambiental. De esta manera, se elimina una de las últimas restricciones existentes, que circunscribía la participación solo a las Declaraciones de Impacto Ambiental con cargas ambientales.

### División de macrozonas

En términos generales, el proyecto propone una división del proyecto en tres macrozonas a nivel nacional, coincidentes con las tres competencias territoriales de los actuales tribunales ambientales.

Además, propone desconcentrar territorialmente al Servicio de Evaluación Ambiental en las tres referidas macrozonas, manteniendo en todo caso una oficina por región.

### Comentarios finales

A lo largo de estos treinta años de existencia, el Centro EULA- Chile no sólo ha transitado y sido parte de la institucionalidad ambiental chilena, sino que también ha sabido alzarse como un verdadero protagonista, aportando en la necesaria investigación de base, promoviendo un desarrollo sustentable y fomentando la educación ambiental en todos sus niveles y ámbitos.

La formación de capital humano ha sido desde siempre un sello de nuestro Centro EULA- Chile, lo que ha sido reconocido tanto en nuestro país y como en el extranjero. Los cientos de profesionales y técnicos que han trabajado o estudiado en el EULA dan testimonio de ello, siempre bajo la convicción profunda de que el medio ambiente no es un mero accesorio o un escenario para que el ser humano se desarrolle, sino que es un gran sistema interconectado, del cual sólo representamos una pequeña parte, y en el que todas las piezas son fundamentales para su adecuado funcionamiento.



*EULA - CHILE*

## Citas Bibliográficas

1. Actas Oficiales de la Comisión Constituyente. Sesión 186º, celebrada el martes 9 de marzo de 1976.
2. Sesión N°64 del Consejo de Estado, del 23 de enero de 1979, citado por Ferrada Nehme
3. Actas oficiales de la comisión constituyente, sesión 18ª, celebrada en jueves 22 de noviembre de 1973
4. Art. 2 Letra m) de la Ley N° 19.300
5. La comisión constituyente (llamada comisión Ortúzar por quien la presidió), encargada de la discusión y elaboración del proyecto de Constitución del año 1980, propuso inicialmente la expresión “libre de toda contaminación”, sin embargo, don Sergio Diez Urzúa, propuso suprimir la palabra “toda”, “porque la civilización lo ha hecho imposible, y dejaría, simplemente, la frase “libre de contaminación”. Esta expresión la entiende referida al sentido natural de un ambiente que permita desarrollar la vida humana en condiciones normales, porque, en realidad, no existe en la civilización un ambiente libre de “toda” contaminación” (Actas Oficiales De La Comisión Constituyente. Sesión 186ª, celebrada en martes 9 de marzo de 1976).
6. mensaje de la LBGMA: “Uno de los problemas detectados, es la multiplicidad de normas ambientales e instituciones públicas con competencias sobre la materia. Además, dichas materias están concebidas y desarrolladas en forma compartimentalizada, sin una visión global y sistemática del problema ambiental.
7. Siguiendo al prof. Jorge Bermúdez, es posible decir que los instrumentos de gestión ambiental reúnen dos características. La primera es que atienden a una finalidad de protección ambiental, la cual les da razón de ser e identidad, y la segunda, es que estos instrumentos deben responder al carácter integral u omnicompreensivo que tiene la protección del entorno, como el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Evaluación Ambiental Estratégica.
8. Se consideran proyectos o actividades que generan un impacto ambiental sólo los que están mencionados en el artículo 10 de la Ley 19.300, es decir, se trata de una enumeración taxativa o número de clausus.
9. Ley 19.300, art. 2 letra o.
10. término acuñado por el profesor Bolívar Ruiz Adaros, quien también ha participado y dictado clases en el centro EULA- Chile.
11. Mensaje, HL 20.417 pág. 5
12. Mensaje, HL 20.417
13. Art. 80 Ley 19.300.
14. El 28 de diciembre de 2012, con la constitución del Segundo tribunal Ambiental con asiento en Santiago, la SmA adquirió plenitud de facultades.
15. Se entenderá por Consideraciones Ambientales del Desarrollo Sustentable: El conjunto de objetivos ambientales, efectos ambientales, criterios de desarrollo sustentable que una política, plan o instrumento de ordenamiento territorial, incorpora en su proceso de elaboración o modificación sustancial, al ser sometido a Evaluación Ambiental Estratégica. Art. 4 letra b) Reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica.
16. Ley 19.300 en su artículo 2 letra i bis), incorporado por la Ley 20.417
17. Casi seis años más tarde, el reglamento para la Evaluación Ambiental Estratégica, fue aprobado mediante el Decreto 32/2015 del Ministerio del Medio Ambiente. Durante la ausencia de norma reglamentaria, Contraloría General de la República dio ciertas directrices a seguir por los Órganos Responsables al momento de evaluar ambientalmente los Instrumentos de Planificación Territorial, Planes y Políticas, estableciendo como ley supletoria para llevar a cabo el procedimiento administrativo a la Ley N° 19.880. (Hübner, 2016)
18. <https://www.eldefinido.cl/actualidad/pais/9146/Chile-es-lider-mundial-en-proteccion-de-areas-marinas-que-significa-esto/>
19. <http://www.sernageomin.cl/cierre-de-faenas-mineras/>
20. [https://www.camara.cl/pley/pley\\_detalle.aspx?prmID=12458&prmBoletin=11952-12](https://www.camara.cl/pley/pley_detalle.aspx?prmID=12458&prmBoletin=11952-12)
21. Propone 3 comisiones macrozonales, presididas por el Director macrozonal correspondiente e integrada por el gobernador regional, el Secretario regional ministerial del ministerio del medio Ambiente y el Secretario regional ministerial del ministerio de Economía, Fomento y turismo de la región en que se ejecutará el proyecto, dos profesionales seleccionados a través del Sistema de Alta Dirección Pública, de conformidad a la ley N° 19.882, y un miembro designado por el Presidente de la república.
22. Mensaje presidencial N° 062-366.

## Bibliografía

- Acuña G. 1999. Marcos regulatorios e institucionales ambientales de América Latina y el Caribe en el contexto del proceso de reformas macroeconómicas: 1980 – 1990, CEPAL, División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos, Santiago, 1999, ISBN:92-1-321552-5.
- Álvarez MI. 2014. La potestad fiscalizadora y sancionatoria de la Superintendencia del Medioambiente. Revista de Derecho (32), 135-156.
- Hübner S. 2016. La evolución de la evaluación ambiental estratégica desde la Ley N° 20.417. Revista de Derecho Ambiental, Año IV N° 6, 119-142.
- Bermúdez Soto J. 2015. Fundamentos del Derecho Ambiental.
- Bermúdez Soto J. 2000. El derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Revista de Derecho de la Universidad Católica de Valparaíso, XXI.
- Biblioteca del Congreso Nacional. (s.f.). Historia de la Ley N° 20.417.
- Boettiger Philipps C. 2010. Revista Actualidad Jurídica N° 22 UDD.
- Espinoza G & Pisani P. 2001. En Ina-Marlene Ruthenberg "Una década de gestión ambiental en Chile", Environment Department Papers N° 82, The World Bank, 2001, p. 29
- Fernández P. 2013. Manual del Derecho Ambiental. Chile. Santiago, Legal Publishing, 3ª edición, 185.
- <http://www.derecho.uchile.cl/centro-de-derecho-ambiental/lineas-de-investigacion/88609/institucionalidad-ambiental-y-gestion-ambiental>
- <https://www.tribunalambiental.cl/informacion-institucional/sobre-el-tribunal-ambiental/historia/>
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 2005. Evaluaciones del desempeño ambiental en Chile.
- Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). [en línea] <<http://www.sinia.cl/1292/w3-propertyname-2022.html>>
- Vera Aguilera F. 2017. Relación entre organismos públicos regionales y grandes empresas mineras en la implementación de política pública medioambiental. Santiago. Recuperado el Septiembre de 2018, de <http://repositorio.uahurtado.cl/bitstream/handle/11242/23801/MGPTVeraA.pdf?sequence=1>
- Piñera S. 2018. Mensaje presidencial N° 062-366. Proyecto de Ley que moderniza el Sistema de Evaluación Ambiental. Santiago, Chile



## Anexo 1

### Situaciones ambientales críticas en 1990

Componente ambiental	Problemas
Contaminación atmosférica	Emisiones y concentraciones ambientales de material particulado, óxidos de nitrógeno y de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos y contaminantes peligrosos, como el plomo y el arsénico, superan la normativa nacional o las recomendaciones internacionales con un alto costo y riesgo para la salud de la población.
Contaminación hídrica	Alta disposición sin tratamiento de residuos líquidos domiciliarios e industriales. Deficiente gestión de sustancias químicas peligrosas.
Residuos sólidos	Inadecuado manejo y disposición y disposición de residuos sólidos, domésticos e industriales.
Crecimiento urbano	Incontrolado crecimiento urbano, escasez de espacios verdes, de esparcimiento y recreacionales.
Suelos	Rápido proceso de degradación y erosión de suelos.
Bosque nativo	Sobreexplotación y carencias de medidas adecuadas de protección.
Pesca	Pérdida de recursos hidrobiológicos debidos a procesos de explotación excesiva de determinadas especies.

Fuente: Hajek ERP. Gross & G. Espinoza (1990)

## Anexo 2:

### Cuadro resumen sobre los resultados de la gestión ambiental 1990-2005

#### Calidad ambiental

- Mejora calidad ambiental de Santiago.
- Mejora calidad ambiental en torno a fundiciones de cobre.
- Tratamiento aguas servidas.
- Mejora de la contaminación marina.
- Mejora en la gestión de residuos sólidos.

#### Sector forestal y pesca

- Disminución de la presión sobre el bosque nativo.
- Planes de manejo para bosques.
- Proyectos de conservación privados y ampliación del SNASPE.
- Ley de Bosque Nativo (aún en trámite legislativo).
- Ley de Pesca y Acuicultura.
- Utilización de instrumentos económicos (cuotas transferibles).

#### Naturaleza y Biodiversidad

- Estrategias nacionales y regionales de conservación de la biodiversidad.
- Inclusión de privados a las áreas silvestres protegidas.

#### Principales problemas

- Institucionalidad sin facultades de fiscalización. CONAMA sólo actúa como órgano coordinador de la fiscalización, que siguió radicada en los organismos sectoriales.
- Los costos de la no fiscalización o de las debilidades de aquella los asumió CONAMA.
- No se previó la tendencia de la llamada judicialización de los conflictos ambientales.
- La participación ciudadana quedó fuera de foco.

<sup>23</sup> Exposición "Veinte años de evaluación ambiental en Chile, una mirada desde el pasado a los desafíos que vienen" Ruiz, Adaros Bolívar, Seminario internacional.

### Anexo 3: Cuadro resumen avances 3er hito

- Separación de funciones en órgano ejecutivo, jurisdiccional, fiscalizador sancionatorio, y político.
- Gran impulso a la fiscalización ambiental.
- Creación de tribunales especializados en materia ambiental.
- Modificaciones ley 20.657 Ley General de Pesca.
- Áreas marinas protegidas<sup>24</sup>.
- La Ley 20.551 que Regula el Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras.<sup>25</sup>

Fuente: Elaboración propia

---

<sup>24</sup> <https://www.eldefinido.cl/actualidad/pais/9146/Chile-es-lider-mundial-en-proteccion-de-areas-marinas-que-significa-esto/>

<sup>25</sup> <http://www.sernageomin.cl/cierre-de-faenas-mineras/>

## Tablas

Tabla 1. Principales problemáticas del país de acuerdo a informes de diagnóstico del medio ambiente.

Ámbito	OCDE y Cepal (2016)	Informe País (2016)	Informe Estado del Medio ambiente (2011)
Recursos hídricos	Escasez de agua y contaminación en zona centro - norte del país. Se debe reducir fugas en las redes de agua.	Se evidencia el efecto antrópico sobre el régimen de precipitaciones. Se reconoce una influencia del uso de suelo y prácticas de manejo de este sobre la disponibilidad del recurso.	Escasez de fuentes de agua en el norte del país. Calidad del agua presenta una fuerte variabilidad.
Contaminación atmosférica	Continúa elevada en zonas urbanas e industriales.	El nivel de reducción de concentraciones ha sido insuficiente y se vislumbra dificultad en el cumplimiento de metas en los plazos establecidos en los PDA.	Más dañino es PM 2,5. Principales problemas en zonas con funciones de cobre centrales de energía y sectores combustión de leña.
Biodiversidad	Fuertes presiones sobre la diversidad biológicas del país.	No es posible estimar el estado del bosque nativo, por diferencias en las metodologías de medición. Existe un rezago histórico en materia de biodiversidad. Disminución de los recursos pesqueros ha sido fuerte y sostenida.	Ecorregiones en peligro de conservación de su biodiversidad. No existe una evaluación del estado de ecosistemas marinos del país.
Cambio climático	Aumento de emisiones de GEI. Vulnerabilidad por riesgo de inundaciones, menor disponibilidad de agua, producción agrícola y biodiversidad.	No indica.	Consumo de energía es el que más aporta GEI.
Residuos sólidos	Aumento en tasas de generación. Más de 95% aún se descarga en vertederos.	No indica.	Cerca del 40% aún se dispone en vertederos o basurales sin autorización. Solo se valoriza 10% de potencial de 50% de residuos sólidos domésticos.
Suelo	No indica.	Los suelos se han empobrecido agotado, existen pérdidas por erosión e incremento de los procesos de desertificación	Presencia de suelos contaminados en diferentes zonas del país, sobre todo aquellos abandonados. Degradación física como erosión es uno de los grandes problemas.
Otros	Aumento en el consumo de energía.	No indica.	Elevado número de población expuesta a rangos de ruido peligrosos. Déficit y desigualdad en acceso a áreas verdes. Contaminación Lumínica en zona norte del país.

Fuente: "Principales problemas ambientales en Chile: desafíos y propuestas", Centro de Políticas Públicas UC, N° 95, varios autores, ISSN 0718-9745.

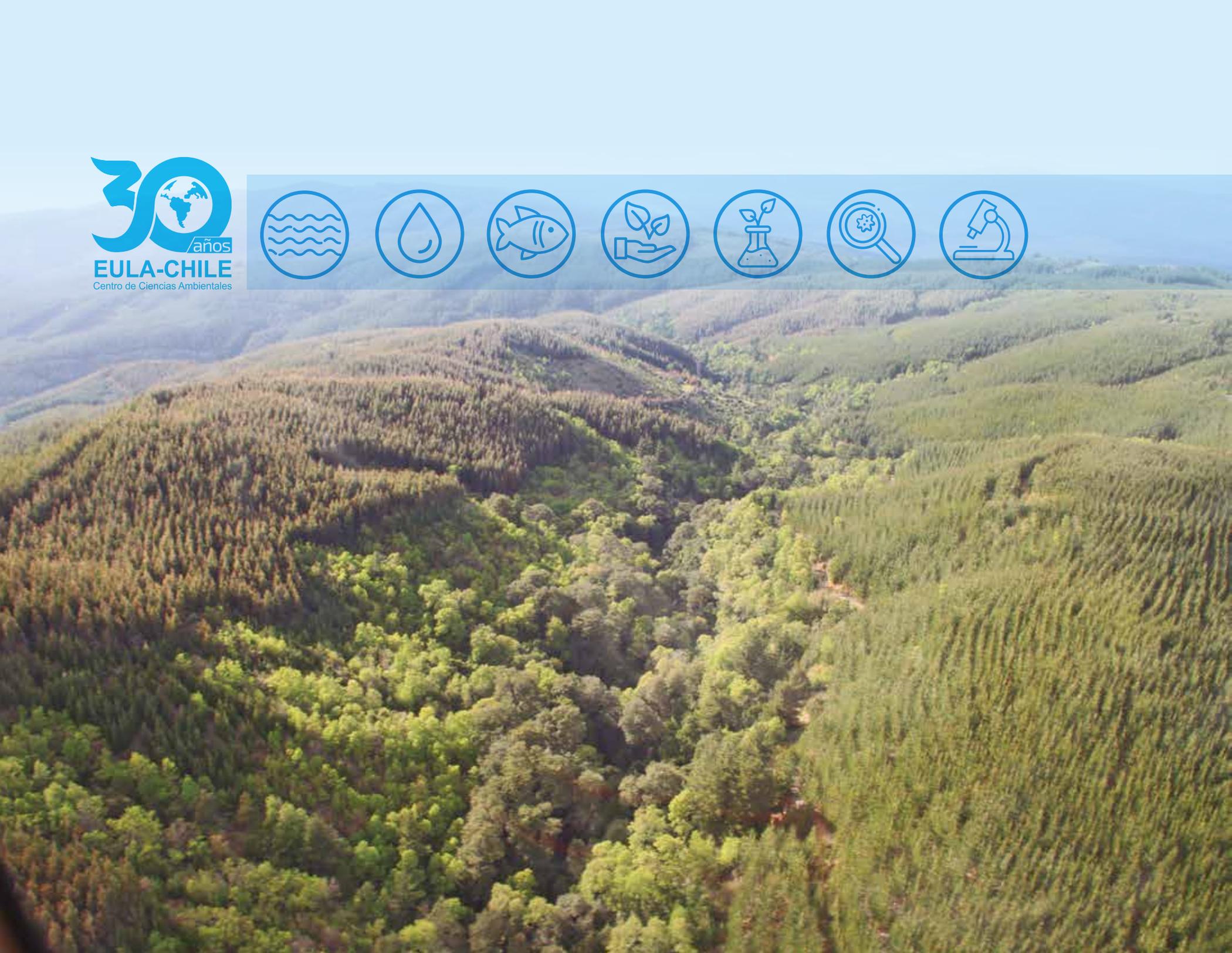
Tabla 2. Cuadro resumen evolución de la institucionalidad ambiental en Chile, 1970 a 1990.

Estructura Institucional	Legislación General Relevante	Regulación Directa	Instrumentos de Mercado en uso	Contexto Internacional
<p><b>1984:</b> Comisión Nacional de Ecología (CONADE), Ministerio del Interior presidía, más otros ministerios. En regiones: para comisión reglamentación CONAF, dependiente Ministerio de Agricultura.</p> <p><b>1985:</b> Comisión de legislación de medio ambiente, Ministerio del Interior.</p> <p><b>1990:</b> Superintendencia Servicios Sanitarios.</p>	<p><b>1983:</b> Código de minería, industria pesquera.</p> <p><b>1984:</b> Sistema nacional áreas protegidas distritales, conservación diferentes recursos naturales, reglamentación niveles máximos ruidos, ley de tránsito.</p> <p><b>1985:</b> Ley fomento inversión privada riego.</p> <p><b>1988:</b> Ley general de servicios sanitarios, ley transporte de pasajeros.</p>	<p><b>1984:</b> SAG regula uso plaguicidas.</p> <p><b>1988:</b> Ministerio de Salud establece índice calidad aire en Región Metropolitana, Santiago.</p> <p><b>1990:</b> Directrices presidenciales voluntarias para realización EIA.</p>	<p><b>1983:</b> Código minero fija concesión.</p> <p><b>1988:</b> Tarifación de agua y cloaca.</p> <p><b>1989:</b> Bonificación plantación forestal, impuesto a gasolina.</p>	<p><b>1986:</b> Protocolo protección Pacífico Sudeste.</p> <p><b>1990:</b> Convenio Viena ozono, Protocolo de Montreal.</p>

Estructura Institucional	Legislación General Relevante	Regulación Directa	Instrumentos de Mercado en uso	Contexto Internacional
<p><b>1990:</b> Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), comisión Asesora Pres., Comisión Especial Descontaminación Región Metropolitana (CEDRM), Unidades Ambientales Ministeriales COREMA's, Comisión Regional de Medio Ambiente.</p> <p><b>1994:</b> CONAMA, Ley bases generales de medio ambiente, con órgano coordinador integrado por 11 ministerios, Cons. Dir. Regiones: COREMAS, SEREMIS y CONAMA Región. Sectoriales: Unidad ambiental Ministerio y servicio público con compromiso ambiental: SERNATUR, SERNAP, SAG, SSMA, Dirección General de Aguas, CONAF, Subsecretaría de Transportes.</p>	<p><b>1991:</b> Transporte Región Metropolitana, Ley General de Pesca (2 textos).</p> <p><b>1992:</b> Varios DS Contaminación aire, condiciones sanitarias lugar de trabajo, ley orgánica constitución municipal.</p> <p><b>1993:</b> Residuos industriales líquidos.</p> <p><b>1994:</b> Ley bases generales de medio ambiente, varios DS contaminación aire, ley rentas municipales.</p>	<p><b>1992:</b> Normas estándar calidad del aire.</p> <p><b>1993:</b> Declaración y seguimiento residuos sólidos industriales.</p> <p><b>1994:</b> Resolución descarga residuos agua, proc. declaración emisiones Región Metropolitana.</p>	<p><b>1991:</b> Cuotas pesqueras.</p> <p><b>1994:</b> Subsidia obras privadas riego y drenaje.</p>	<p><b>1991:</b> Tratado cooperación ambiental con Argentina.</p> <p><b>1992:</b> Convenio Basilea, convenio cambio climático.</p> <p><b>1994:</b> Convenio diversidad biológica, convenio ONU derecho mar.</p>

Estructura Institucional	Legislación General Relevante	Regulación Directa	Instrumentos de Mercado en uso	Contexto Internacional
	<p><b>1995:</b> Reglamentación funcionamiento CONAMA y COREMAS; Reglamento dictado de normas; reglamento para establecer planes de prevención y descontaminación.</p> <p><b>1996:</b> Ley de caza.</p> <p><b>1997:</b> Reglamento sistema de evaluación impacto ambiental. Reglamentación de contaminación acústica.</p> <p><b>1998:</b> Plan de descontaminación Región Metropolitana, reglamentación residuos industriales líquidos.</p>	<p><b>1995 en adelante:</b> Diversos reglamentos de LBGMA (participación ciudadana, planes de prevención y descontaminación, otros); declaración zona saturada ozono Región Metropolitana.</p> <p><b>Actualidad:</b> Proceso, revisión y actualización normas de relevancia ambiental.</p>	<p><b>1995:</b> Sistema compensación de emisiones.</p> <p><b>En estudio:</b> Sistemas depósito/reembolso para baterías, pilas, aceites y lubricantes.</p>	<p><b>1995:</b> Convenio combate desertificación. Protocolo contaminación buque.</p> <p><b>1996:</b> Tratado de cooperación ambiental con Canadá 1996.</p> <p><b>Amenazas comerciales y dificultades acceso a mercados:</b> Exportación productos primarios, países desarrollados comienzan a tener reservas exportación por RRNN.</p>

**Fuente:** Acuña G. 1999. Marcos regulatorios e institucionales ambientales de América Latina y el Caribe en el contexto del proceso de reformas macroeconómicas: 1980-1990.



# CAPÍTULO 3

## DINÁMICA DEL USO DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RIO BIOBÍO

---

Mauricio Aguayo  
Jorge Fález

### Introducción

La magnitud, el alcance y la velocidad de las alteraciones antropogénicas sobre la superficie de la tierra no tienen precedentes en la historia de la humanidad. Alrededor de la mitad de la superficie de la tierra ha sido directamente transformada por la acción humana. Debido a estas transformaciones las tierras de cultivo y pastoreo son, en la actualidad, el bioma terrestre más grande del planeta, el cual ocupa alrededor de 50% de la superficie de la tierra. Las actividades agropecuarias, junto con la extracción de madera, han causado una pérdida neta de 7 a 11 millones de km<sup>2</sup> de bosque en los últimos 300 años.

El cambio de uso del suelo se ha convertido en un importante factor forzante del cambio climático regional y global; es considerado la primera causa de degradación del suelo; y afecta, fuertemente, la capacidad de los sistemas biológicos para soportar y satisfacer las necesidades humanas. Tales cambios incrementan, a su vez, la vulnerabilidad de lugares y personas frente a desastres naturales. Sin embargo, la pérdida, modificación y fragmentación de hábitats es el impacto más evidente y directo generado por la transformación de las principales coberturas naturales. Se estima que, durante los últimos 150 años, la mayor parte de los ecosistemas mundiales fueron afectados por el cambio de uso de la tierra. La mayoría de los impactos se han producido por la pérdida y/o transformación de ecosistemas boscosos y praderas naturales en terrenos habilitados para el desarrollo agrícola, ganadero, forestal y urbano/industrial.

Los extensos cambios de uso de suelo han desencadenado el cambio más significativo en la estructura de los ecosistemas, alterando la capacidad del mismo de proveer servicios ecosistémicos (MEA 2005). Debido a la magnitud de los cambios en el uso del suelo este es considerado un cambio ambiental global que ha afectado procesos claves tales como el balance energético de la superficie terrestre, los ciclos biogeoquímicos y el clima (Song *et al.* 2018).

En el caso chileno, la mayoría de los antecedentes concuerdan en señalar que las principales causas de transformación del paisaje en el centro y sur del país fueron en un inicio la habilitación de terrenos para la agricultura, y, posteriormente, la expansión de las plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento. Muchas de las cuencas que dan origen a estos cuerpos de agua han sido sometidas a intensos cambios en el uso del suelo incluyendo la pérdida de bosque nativo, el desarrollo de actividades agropecuarias

y, en las últimas décadas, la forestación masiva fuertemente subsidiada por el estado a partir de la entrada en vigencia del Decreto Ley N° 701 en 1974. Las plantaciones forestales en Chile no solo han causado el reemplazo terreno agropecuarios sino también la sustitución y pérdida de bosques nativos.

En este contexto, el objetivo de este capítulo es analizar los cambios de uso del suelo en la cuenca del río Biobío utilizando las bases de datos oficiales proporcionadas por el catastro y evaluación de los recursos vegetacionales nativos de Chile realizado por la Corporación nacional Forestal (CONAF) para los años 1997 y 2015. Es importante precisar que los conceptos *cobertura y uso* de suelo son usados como sinónimos en este apartado, aun cuando ambos tienen importantes diferencias.

### Dinámica del uso del suelo

En las últimas tres décadas alrededor de 300 mil hectáreas de la cuenca del río Biobío han experimentado cambios en el uso del suelo. Los usos del suelo que han sufrido las mayores pérdidas corresponden a terrenos agropecuarios, cobertura de nieves, matorrales y bosque nativo adulto. En dirección contraria, las coberturas que registraron ganancias corresponde a plantaciones forestales, estepa andina, áreas desprovistas de vegetación y renoval de bosque nativo (Tabla 1, Figura 1).

Tabla 1. Cambio según coberturas de suelo.

Cobertura de suelo	1997 (Hectáreas)	%	2015 (Hectáreas)	%	Cambio Neto (Hectáreas)
Bosque Nativo Adulto	367.446	15,1	348.782	14,3	-18.664
Renoval de Bosque Nativo	407.383	16,8	443.097	18,2	35.714
Matorral	237.205	9,8	206.132	8,5	-31.073
Estepa Andina	84.795	3,5	155.659	6,4	70.864
Plantaciones Forestales	578.580	23,8	700.727	28,8	122.147
Terrenos Agropecuarios	519.244	21,4	384.264	15,8	-134.980
Cuerpos de agua	40.212	1,7	42.517	1,7	2.305
Nieves y Glaciares	132.992	5,5	33.195	1,4	-99.797
Áreas Desprovistas de Vegetación	45.284	1,9	94.177	3,9	48.893
Humedales	7.245	0,3	5.369	0,2	-1.876
Áreas urbanas	10.779	0,4	17.246	0,7	6.467
<b>Total</b>	<b>2.431.165</b>	<b>100</b>	<b>2.431.165</b>	<b>100</b>	

Fuente: CONAF, 2015.

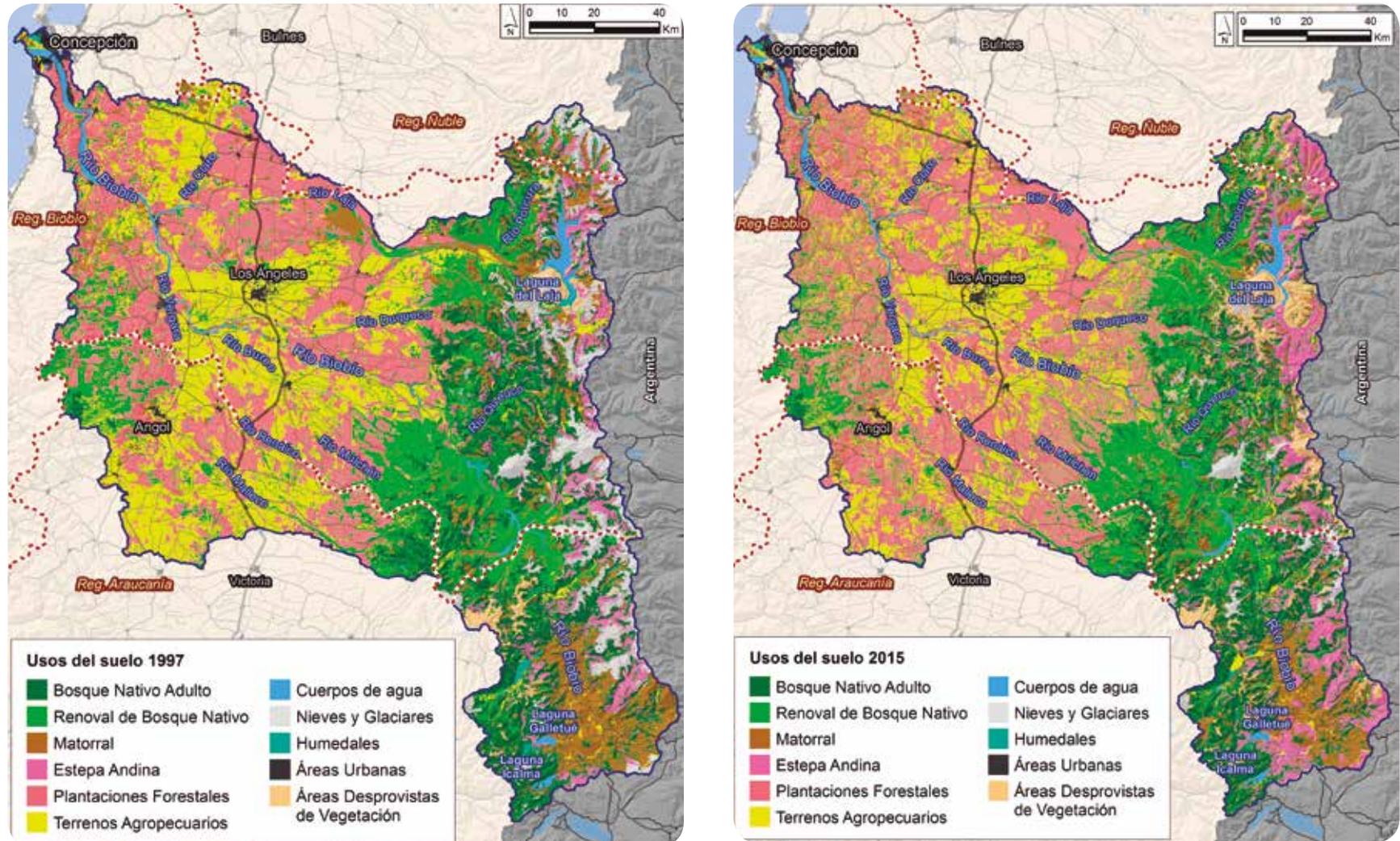
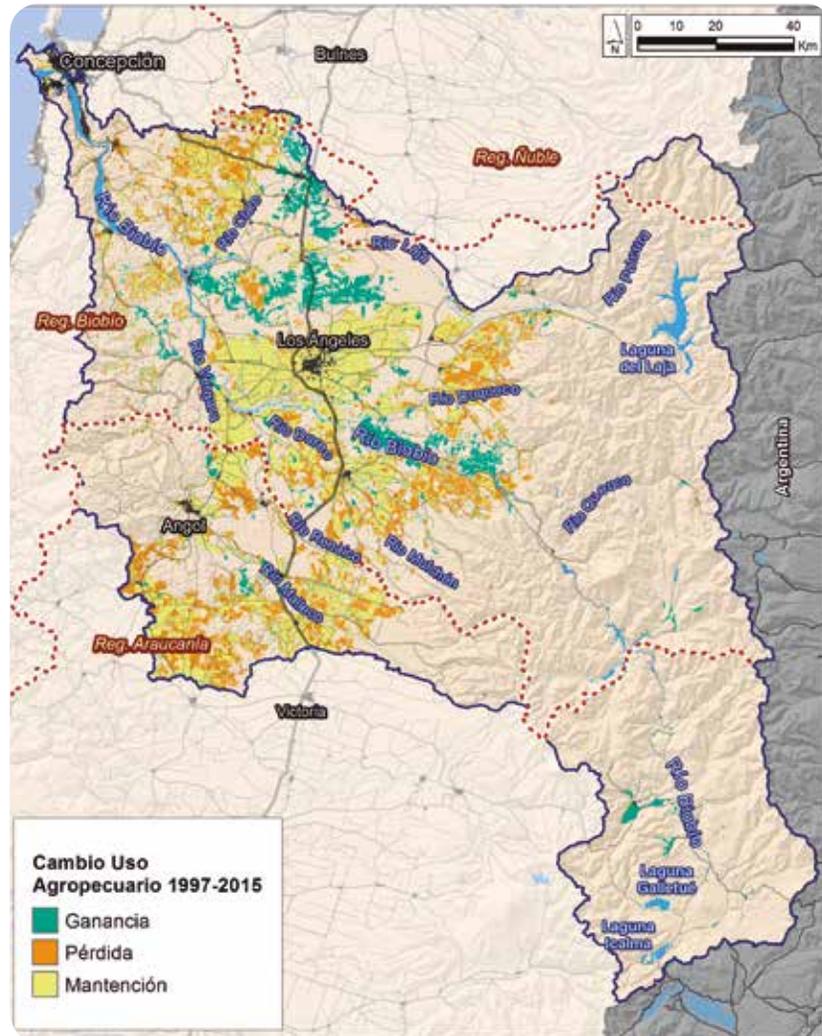


Figura 1.

Coberturas de suelo años 1997 y 2015. Fuente: CONAF, 2015.





**Figura 3.**

Sustitución de terrenos agrícolas por plantaciones forestales entre 1997 y 2015.  
Fuente: CONAF 2015.

### Terrenos agropecuarios

Esta cobertura de suelo corresponde a terrenos agrícolas y praderas destinadas a las actividades ganaderas. Durante el período de análisis los terrenos agropecuarios sufrieron una pérdida neta de aproximadamente 135 mil hectáreas, lo cual corresponde al 26% de la superficie registrada el año 1997. La pérdida de esta cobertura se debió, principalmente, a la forestación de estos terrenos. En efecto, del total de superficie agrícola pérdida el 78% ocurrió a raíz de la forestación y el 18 % debido al abandono de estos terrenos que, al año 2015, fueron ocupados por matorrales y renovales de bosque. Cabe destacar que el 2% de las pérdidas de terrenos agropecuarios se debe a los procesos de urbanización (Tabla 1; Figura 3 y Figura 4).

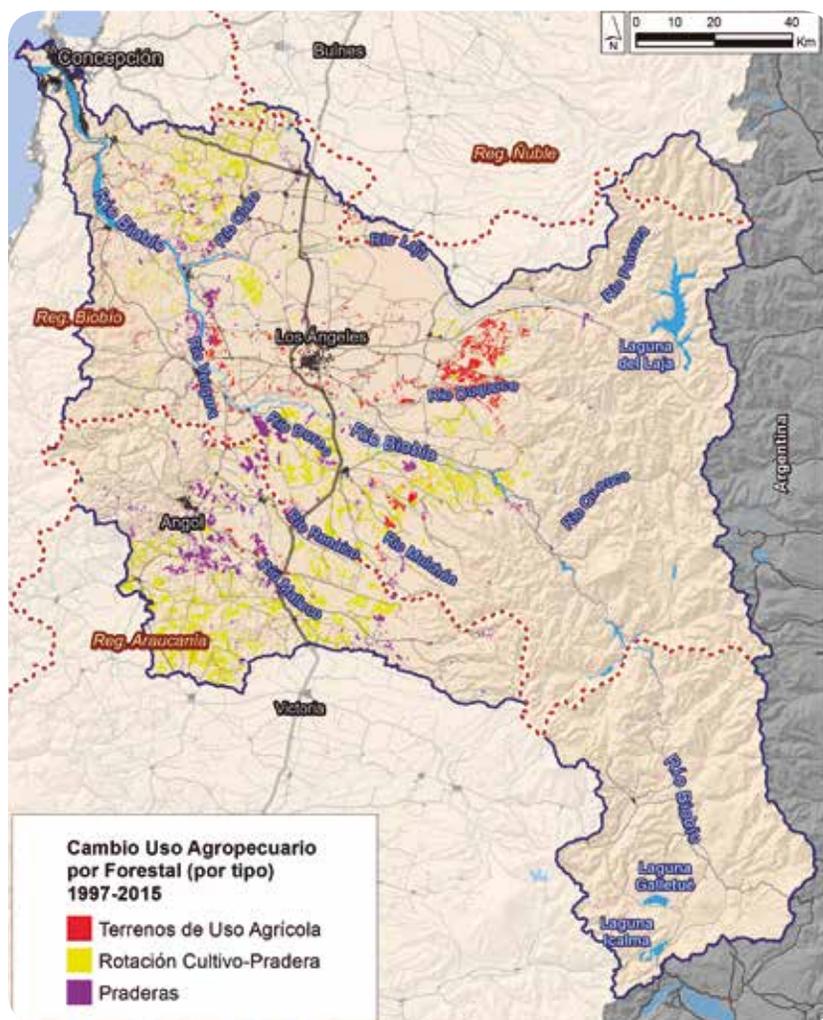


Figura 4.

Transición espacial de la cobertura de terreno agrícola entre 1997-2015. Fuente: CONAF 2015.

## Bosque nativo

La cobertura de bosque nativo fue dividida en las categorías bosque nativo adulto, que corresponde a bosques primarios no intervenidos, y renovales de bosque nativo, que corresponde a bosques secundarios que se han regenerado después de una o más intervenciones. Al comparar los años 1997 y 2015 fue posible cuantificar una pérdida neta de 18 mil hectáreas de bosque nativo adulto y una ganancia neta de 35 mil hectáreas de renovales (Figura 5). Respecto a la pérdida de bosque nativo, el 34% se debe a su transformación a matorral, el 31% a la habilitación de terrenos agropecuarios y 30% a la sustitución por plantaciones.

En relación a la ganancia neta del renoval, el 33% corresponde a matorrales que alcanzaron un estado de desarrollo avanzado, el 24% al abandono de terrenos agropecuarios y el 11% a la degradación del bosque nativo adulto a renovales debido sucesivas intervenciones antrópicas (Figura 5). Un proceso importante del reemplazo o sustitución de bosque nativo, primero por praderas de uso ganadero y luego por plantaciones, es la fragmentación de áreas que, antiguamente, eran ocupadas por bosque nativo. Esto, de particular importancia en quebradas, esteros y ríos, por ejemplo, en la cordillera de la Costa.



## Otras coberturas de suelo

Las coberturas de suelo que evidenciaron fuertes incrementos durante el periodo de análisis son las áreas desprovistas de vegetación, áreas urbanas y cuerpos de agua. En cuanto a las áreas desprovistas de vegetación, el aumento se debe fundamentalmente a la pérdida de cobertura de nieves y glaciares, a la deforestación y al abandono de usos agropecuarios. Por su parte, las áreas urbanas aumentaron casi al doble respecto a la superficie del año 1997 ocupando, fundamentalmente, terrenos agrícolas, matorrales y humedales. Asimismo, los cuerpos de agua incrementaron su superficie debido a la construcción de embalse para fines de generación hidroeléctrica en la parte media alta de la cuenca. En dirección contraria, es importante destacar la disminución de la cobertura de humedales, la cual experimentó una pérdida de aproximadamente 1.900 hectáreas lo que equivale al 26% de la superficie registrada en el año 1997 (Tabla 1). La principal causa de las pérdidas de humedal son los procesos de urbanización e industrialización del área metropolitana de Concepción.

## Discusión

Las principales fuerzas transformadoras del paisaje aquí analizado no difieren de las que muchos estudios han identificado como las fuerzas transformadoras del paisaje de la zona centro sur de Chile. De acuerdo a los resultados, las coberturas de remplazo más importantes son aquellas relacionadas con la actividad agrícola y forestal. En efecto, la transformación inicial del paisaje en el centro y sur del país fue producto de la habilitación de campos agrícolas a expensas de la tala o quema de la vegetación nativa que cubría gran parte del territorio. En la cordillera de la costa se establecieron extensos cultivos de trigo reemplazando al bosque nativo existente, y en el valle central y cordillera andina la vegetación natural fue aprovechada como combustible y talada para habilitar campos de cultivo y praderas.

A partir de la década de los treinta, en Chile comienza el proceso de incentivo forestal apoyado por la promulgación de la Ley de Bosque de 1931 en cuyo cuerpo legal queda de manifiesto el interés del estado por promover la reforestación para el control de la erosión. Pero no fue hasta la década de los setenta cuando comienza la expansión progresiva de la actividad forestal basada en las plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento con fines comerciales. En 1974, con la promulgación del D.S.Nº 701/1974/Ministerio de Agricultura, que subsidia la forestación y el manejo de nuevas plantaciones, se da un decisivo impulso al desarrollo forestal. El acelerado aumento de las plantaciones forestales que experimentó el país a partir de 1975 se debe, en gran medida, a la entrada en vigencia de esta ley de fomento forestal. En la cuenca del río Biobío, más del 40% de los cambios ocurridos entre 1997 y 2015 fue producto del avance de las plantaciones forestales sobre terrenos agrícolas, matorrales y bosque nativo.

## Referencias Bibliográficas

- Corporación Nacional Forestal. 2015. Sistema de Información Territorial. Revisado desde <http://sit.conaf.cl/exp/ficha.php>
- Millenium Ecosystem Assesment (MEA). 2005. Ecosystems and human well being: current state and trends. Island, Washington.
- Song XP, Hansen M, Stehman SV, Potato PV, Tymkavina A, Vermote E, Townshend Jr. 2018. Global and Change from 1982 to 2016. Nature. 560 (7720).





# CAPÍTULO 4

## **EVALUACIÓN DEL ESTADO TRÓFICO DE LOS LAGOS ICALMA, GALLETUÉ Y LAJA**

---

Roberto Urrutia  
Pablo Pedreros  
Viviana Almanza  
Carolina Badilla  
M. Tamara Lara  
Lien Rodríguez  
Denisse Álvarez  
Oscar Parra

### **Introducción**

Chile posee una gran diversidad climática y geológica, producto de lo cual es posible observar una amplia variedad de ecosistemas terrestres y acuáticos a lo largo del territorio nacional. Entre los ecosistemas acuáticos continentales es posible distinguir, de norte a sur, las siguientes formaciones o distritos lacustres: sistema de lagos del altiplánicos, sistema de lagunas hipersalinas, sistemas de lagos Nahuelbutanos, sistema de lagos nord-patagónicos o araucanos, sistema de lagos de la isla de Chiloé y el sistema de lagos magallánicos o patagónicos (Parra *et al.* 2003).

En la cuenca del río Biobío, la presencia de cuerpos lacustres es bastante escasa, y los lagos más importantes se encuentran en la cordillera de los Andes, sobre los 1.000 m de altura, a saber: Lagos Laja, Icalma y Galletué. Estos lagos no pertenecen a ninguno de los distritos lacustres descritos anteriormente.

Los lagos se originan principalmente por la obstrucción del drenaje superficial debido principalmente a procesos glaciares, tectónicos y volcánicos. Ellos reciben aportes sólidos y líquidos de su cuenca de drenaje, mediante escurrimiento superficial y subterráneo, razón por la cual las características de la calidad del agua y de las comunidades biológicas, reflejan los efectos acumulados de todos los aportes provenientes de su entorno.

En términos generales, los lagos y embalses pueden ser clasificados como oligotróficos, mesotróficos o eutróficos, en función de la concentración de nutrientes en la masa de agua y/o en base a las manifestaciones ecológicas de la carga de nutrientes, principalmente de fósforo y nitrógeno (Ryding & Rast 1992). Los lagos oligotróficos se caracterizan por poseer bajos niveles de nutrientes, baja productividad primaria, alta diversidad y transparencia. Mientras que los lagos eutróficos poseen baja diversidad, baja transparencia, altas concentraciones de nutrientes y una elevada biomasa algal.

Desde un punto de vista geológico, el cambio de estado trófico de un cuerpo de agua es un proceso natural que ocurre a escala de cientos a miles de años, conocido como "eutrofización natural" (Ryding & Rast 1992). Sin embargo, la intervención antrópica, principalmente a través de cambios de uso del suelo (ej. deforestación, ganadería, agricultura, etc.), crecimiento urbano (descargas de aguas servidas) y expansión de actividades industriales (efluentes industriales, acuicultura, etc.), pueden acelerar este

proceso, generando el cambio a una escala de años y/o décadas, denominándose "eutrofización cultural" (Parra 1989), para diferenciarla del proceso natural.

Para definir el estado trófico de un cuerpo de agua se utilizan diferentes índices calculados a partir de distintos parámetros. Normalmente se basan en la determinación del contenido de clorofila-a (pigmento de color verde presente en algas y plantas), contenido de nutrientes (fósforo y nitrógeno) y transparencia del agua. El estado trófico de un ecosistema se asocia con la calidad del agua, así un ecosistema oligotrófico presenta una buena calidad del agua y es posible utilizar el recurso hídrico para diferentes servicios ecosistémicos (ver capítulo calidad del agua). Un ecosistema eutrófico se asocia a mala calidad del agua, en donde no es posible su uso para consumo humano ya que constituye un riesgo para la salud.

Debido a que las microalgas son sensibles a cambios ambientales en los sistemas lacustres, se consideran buenos indicadores de la calidad del agua y particularmente de las condiciones tróficas (Salmaso *et al.* 2006). Específicamente, variaciones en su abundancia y composición taxonómica pueden reflejar cambios en la concentración de fósforo y/o nitrógeno. Además, el crecimiento excesivo del fitoplancton, conocido como floración o "bloom", puede provocar una disminución de la calidad del agua, afectando negativamente los usos del lago.

Un cuerpo de agua en proceso de eutrofización requiere planes de acción a mediano y largo plazo, que incluyan un monitoreo permanente de toda la masa de agua, sedimentos y una estimación de la entrada y salida de nutrientes. La evaluación cuantitativa del estado trófico y el grado de contaminación de los sistemas lacustres es de gran trascendencia en la gestión ambiental territorial, ya que permite determinar restricciones de uso de estos recursos (*e.g.* abastecimiento de agua para consumo humano, baño), y orientar medidas de recuperación y mitigación, cuando corresponda (*e.g.* colectores de aguas lluvia, forestación).

Por la ubicación geográfica de los lagos Laja, Icalma y Galletué la intervención antrópica ha sido muy baja, lo que ha permitido que estos cuerpos de agua sigan su proceso natural hasta épocas recientes. En un estudio realizado por el Centro EULA-Chile entre los años 1990- 1991, se determinó que los lagos Icalma y Galletué mantenían un estado oligotrófico. No obstante, no existe información actualizada que dé cuenta del estado trófico actual de estos lagos. Es por ello, que este capítulo presenta una evaluación del

estado trófico y de la comunidad fitoplanctónica de los lagos Laja, Icalma y Galletué de los años 2018-2019 y se compara con la información histórica disponible para estos últimos dos lagos.

### Clasificación del estado trófico de los lagos

Para clasificar el estado trófico de los lagos, existen varias metodologías, entre ellas las de OCDE (1982) y Carlson (1977) (Tablas 1 y 2). Sin embargo, el índice de estado trófico de Carlson, es uno de los más importantes y utilizados a nivel mundial, ya que usa los valores de la transparencia (Ds), clorofila- a (Chl a) y Fósforo Total (Pt) en su estimación. Su rango de valores fluctúa entre 0 a 100, siendo el primero un estado oligotrófico y el último hipereutrófico. Entonces, la obtención de estos parámetros en los tres lagos es fundamental para poder aplicar este índice.

Tabla 1. Valores límites para la clasificación trófica de lagos (OCDE 1982).

Categoría trófica	Fósforo total (µg /L)	Clorofila- a media (µg/L)	Clorofila-a máxima (µg/L)	Transferencia Secchi media
Ultraoligotrófico	< 4,0	< 1,0	< 2,5	> 12
Oligotrófico	< 10,0	< 2,5	< 8,0	> 6
Mesotrófico	10 - 35	2,5-8	8 - 25	6 - 3
Eutrófico	35 - 100	8 - 25	25 - 75	3 - 1,5
Hipereutrófico	> 100	> 25	> 75	< 1,5

Tabla 2. Escala de valores del estado trófico en los cuerpos de agua (Carlson 1977).

Grado de Trofía	TSI	Transferencia Secchi (m)	Fósforo total (µg/L)	Clorofila-a (µg/mL)
Oligotrófico TSI < 30	0	64	0,75	0,04
	10	32	1,5	0,12
	20	16	3	0,34
	30	8	6	0,94
Mesotrófico 30 < TSI < 60	40	4	12	2,6
	50	2	24	6,4
	60	1	48	20
Eutrófico 60 < TSI < 90	70	0,5	96	56
	80	0,25	192	154
	90	0,12	384	427
Hipereutrófico 90 < TSI < 100	100	0,06	768	427

### Características morfométricas de los lagos

#### Lago Laja

El lago Laja está situado en la latitud 37°17'S y 71°19'O de longitud a 1.360 m s.n.m. (Cordillera de Polcura) (Figura 1). Se originó por el represamiento del río Laja debido a una de las erupciones del Volcán Antuco. Este cuerpo de agua posee un volumen aproximado de 6 mil millones de metros cúbicos. Su cuenca posee un área de 975 km<sup>2</sup>, mientras que la superficie del lago es de 87 km<sup>2</sup> (Tabla 3). Históricamente el lago registró una profundidad máxima de 135 m. Sin embargo, debido a la extracción de agua para la generación hidroeléctrica y el riego, la profundidad actual oscila alrededor de los 100 m. Posee una profundidad máxima histórica a los 100 m, la que varía a lo largo del año, desde 15 a 40 m. debido a la extracción de agua para la generación hidroeléctrica y el riego.

#### Lago Galletué

El lago Galletué está situado en la latitud 38°41'S y 71° 5'O de longitud, a 1150 m.s.n.m. (Figura 1). Se ubica aproximadamente a 26 km de la localidad de Lonquimay y a 15 kilómetros al norte del lago Icalma. El Galletué posee una extensa área de drenaje representada por dos ríos principales que son el Ñirreco y Miraflores. Según su mapa batimétrico el lago tiene una superficie de 12.5 km<sup>2</sup> y una profundidad máxima de 45 m (Figura 1, Tabla 3). El origen de la cubeta del lago está asociado a la actividad glaciaria del pleistoceno y orientada en dirección del eje oeste-este (Mardones *et al.* 1993). Su costa es bastante baja y regular, con extensas playas de arena y zonas bajas.

#### Lago Icalma

El lago Icalma está situado en la latitud 38°47,5'S y longitud 71°17,5'W a 1.150 m.s.n.m. (Figura 1) El lago tiene un origen glaciario y ocupa una cubeta larga y estrecha siguiendo una línea de falla de dirección noreste que se abre hacia la zona fronteriza de Liucura, la cual estuvo ocupada en el Pleistoceno por una lengua glaciaria de aproximadamente 12 km. (Bertrand 2008). El lago tiene una superficie de 11,7 km<sup>2</sup> incluida la laguna Chica de Icalma (Tabla 3). El cuerpo principal, más ancho y extenso, tiene una superficie de 9.8 km<sup>2</sup> y una profundidad máxima de 135 m. (Tabla 3). En el sector occidental, más estrecho, alcanza profundidades sobre 50 m. Su área de drenaje es relativamente pequeña, 150 km<sup>2</sup> y sus dos ríos principales, el Huillinco e Icalma son de corto trayecto (12 a 14 km. de largo) y ambos corren de suroeste a noreste. Su costa es abrupta, principalmente, en la

Tabla 3. Principales parámetros morfométricos de los lagos Laja, Icalma y Galletué.

Parámetros	Laja	Galletué	Icalma
Profundidad máxima (m)	135	45	135
Profundidad media (m)	54	27	66
Largo máx. (km)	35	6,7	6,1
Ancho máx. (km)	7	3,3	2,4
Área del lago (km <sup>2</sup> )	87	12,5	9,8
Volumen del lago (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	5.582	338	650
Referencias	Urrutia <i>et al.</i> 2010; DGA 2017; Mardones & Vargas 2005	Parra <i>et al.</i> 1993; Mardones <i>et al.</i> 1993	Parra <i>et al.</i> 1993; Bertrand 2005

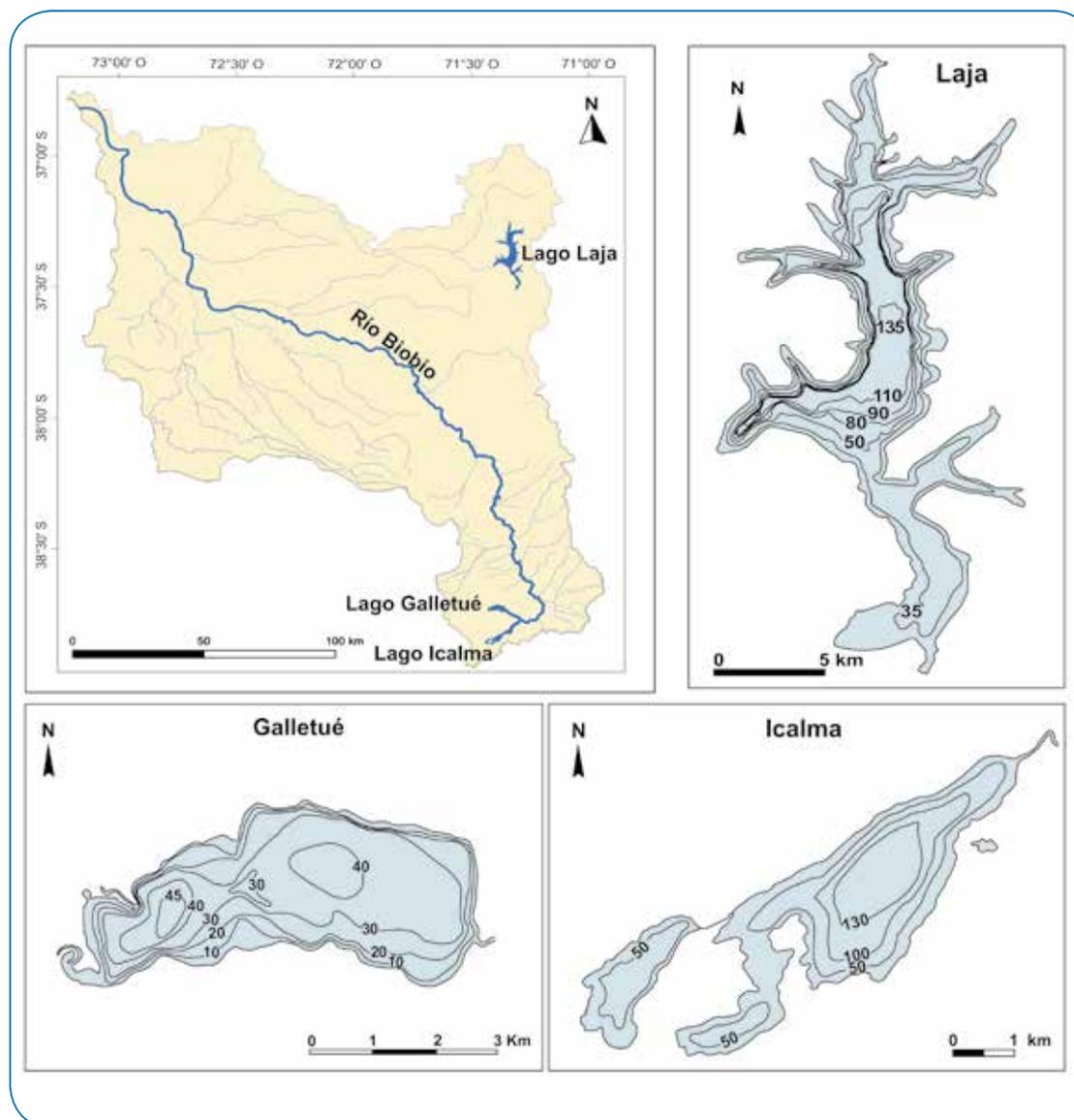


Figura 1.

Ubicación geográfica y batimetrías de lagos Laja, Galletué e Icalma.

ribera norte; en el sector, la pendiente es fuerte hasta la orilla y su costa es recta. Por el contrario, la costa sur es más irregular y de pendiente más suave. Una península divide el cuerpo de la laguna.

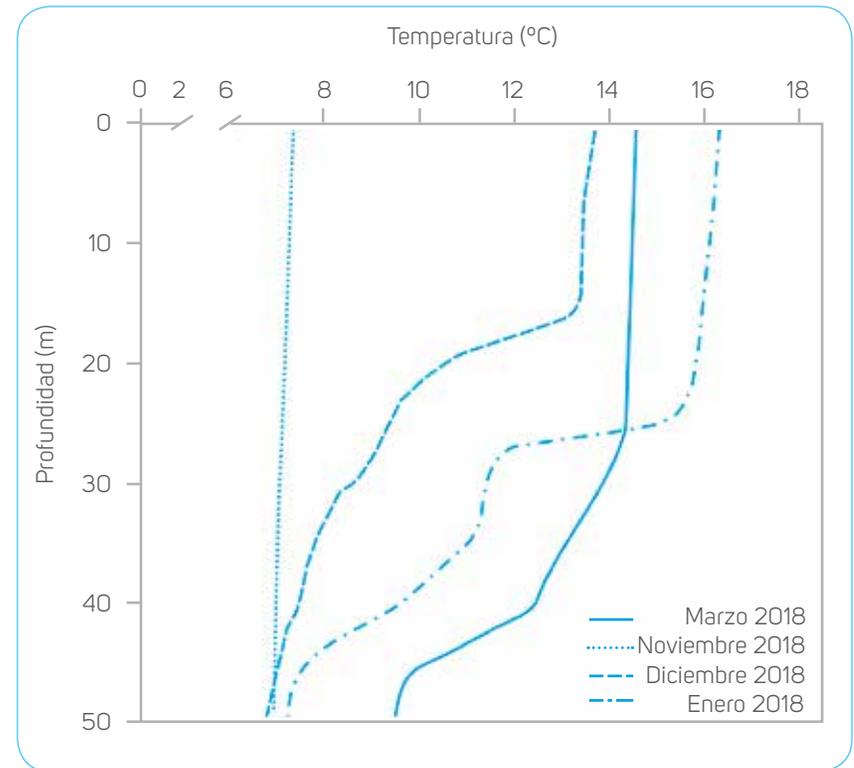
### Calidad de agua y estado trófico actual de los lagos

#### Lago Laja

El lago Laja es clasificado como un sistema monomítico templado, es decir la columna de agua permanece estratificada en época de verano y la temperatura nunca es inferior a 4°C. Los registros de temperatura obtenidos durante los años 2018-2019 muestran que esta condición perdura en la actualidad, observándose que durante el verano hay una estratificación térmica, que se rompe en otoño, permaneciendo completamente mezclado en época invernal.

El agua del lago se caracteriza por tener una baja conductividad, pH neutro (~7), aguas blandas (bajo contenido de carbonatos) y transparentes (>7 m). La concentración de fósforo total y clorofila-a fue levemente mayor en enero de 2019, respecto de marzo de 2018. Mientras que el nitrógeno total, tiene un comportamiento relativamente homogéneo en la columna de agua y en ambos monitoreos.

Según la clasificación OCDE (1982) el lago Laja fue oligotrófico en marzo de 2018 y oligo-mesotrófico en enero de 2019 (Tabla 4). Mientras que el índice de Carlson (1977) determinó una condición trófica similar, con la salvedad que en enero su estado general fue mesotrófico (Tabla 5).



**Figura 2.**

Perfiles de temperatura del lago Laja (período 2018-2019).

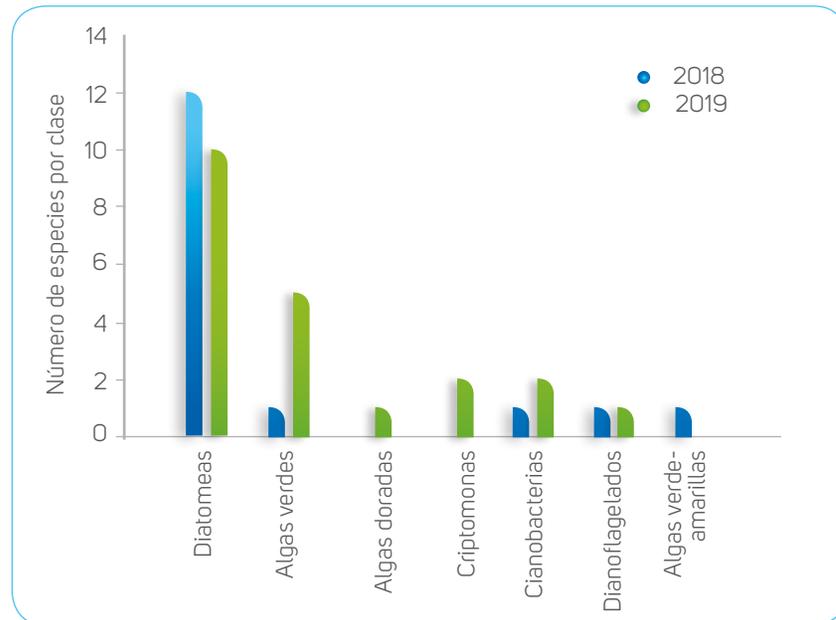
Tabla 4. Parámetros físico-químicos del lago Laja.

	Superficial		5 m		15 m		30 m	
	Marzo 2018	Enero 2019	Marzo 2018	Enero 2019	Marzo 2018	Enero 2019	Marzo 2018	Enero 2019
Temperatura (°C)	14,8	15,4	14,6	15,3	14,4	14,9	10,2	10,0
Conductividad (µS/cm)	48,5	63,6	47,5	50,9	45,1	53,2	45,2	54,9
pH	7,6	7,5	7,8	7,3	7,37	7,7	7,6	7,6
Transparencia (m)	7,5	9,5						
Amonio (mg/L)	< 0,02	<0,016	< 0,02	<0,016	< 0,02	<0,016	< 0,02	<0,016
Dureza total (meq/L)	0,89	0,31	0,88	0,28	0,85	0,29	0,90	0,30
Fósforo Total (µg/L)	<0,006	0,02	<0,006	0,01	<0,006	0,03	<0,006	0,01
Nitrato (mg/L)	0,033	0,016	0,014	0,020	0,025	0,020	0,187	0,022
Nitrito (mg/L)	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Nitrógeno Total (mg/L)	0,10	0,08	0,14	0,17	0,11	0,11	0,10	0,10
Ortofosfato (mg/L)	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Sílice Disuelta (MgSiO <sub>2</sub> /L)	13,26	7,48	9,85	7,10	9,61	5,41	11,46	7,10
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	48,0	38,5	47,0	44,0	44,0	42,0	47,0	38,0
Clorofila-a (µg/L)	0,06	0,08	0,03	2,78	0,07	0,75	0,08	0,51
Estado trófico actual según OCDE (1982)	Oligo/mesotrófico							

Tabla 5. Índice de estado trófico TSI (Carlson 1977).

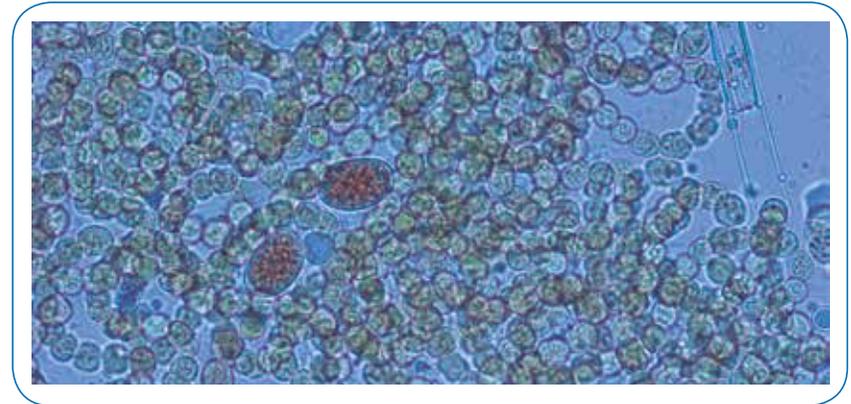
	Marzo 2018	TSI	Enero 2019	TSI
Transparencia del agua (Ds) (m)	31,0	Mesotrófico	45,2	Mesotrófico
Fósforo total (Pt) (µg/L)	29,9	Oligotrófico	45,8	Mesotrófico
Clorofila-a (Chl a) (µg/L)	3,0	Oligotrófico	30,9	Mesotrófico
TSI	21,3	Oligotrófico	40,6	Mesotrófico

El fitoplancton encontrado en el lago Laja, presentó una baja riqueza taxonómica (número de especies) compuesta principalmente por diatomeas (Figura 3). Sin embargo, la abundancia de las especies cambió de un año a otro. Por ejemplo, durante el 2018, la comunidad fitoplanctónica estuvo dominada por cianobacterias (74% de *Dolichospermum flosaquae*), las que generaron una floración durante un período aproximado de cuatro meses (Figura 4). Por el contrario, en el 2019, el fitoplancton estuvo dominado por diatomeas (67%) como *Fragilaria crotonensis* y *Cyclotella acellata* (Figura 5a y b). Esta última especie generó una floración en toda la columna de agua, alcanzando una abundancia máxima a los 15 m de profundidad. Asociado a esta floración, se observó la presencia del dinoflagelado *Ceratium hirundinella* (Figura 6), el cual genera floraciones en cuerpos de agua eutróficos, modificando el color y sabor del agua, provocando además, la obstrucción de los filtros en los sistemas de tratamiento de agua potable (Meichtry de Zaburlin *et al.* 2016).



**Figura 3.**

Número de especies de fitoplancton por clase, durante los monitoreos 2018 y 2019 en el Lago Laja.



**Figura 4.**

*Dolichospermum flosaquae*, Floración Lago Laja, verano 2018.

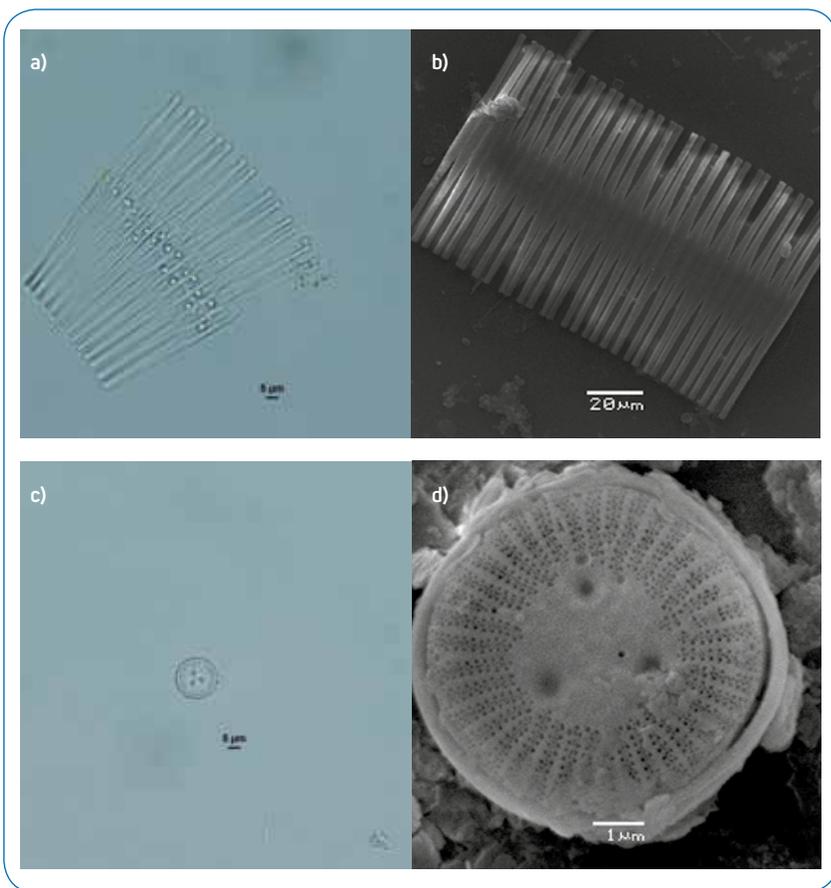


Figura 5.

a) *Fragilaria crotonensis*, fotografía en microscopio óptico, b) *Fragilaria crotonensis*, fotografía en microscopio electrónico, c) *Cyclotella ocellata*, fotografía en microscopio óptico y d) *Cyclotella ocellata*, fotografía en microscopio electrónico.

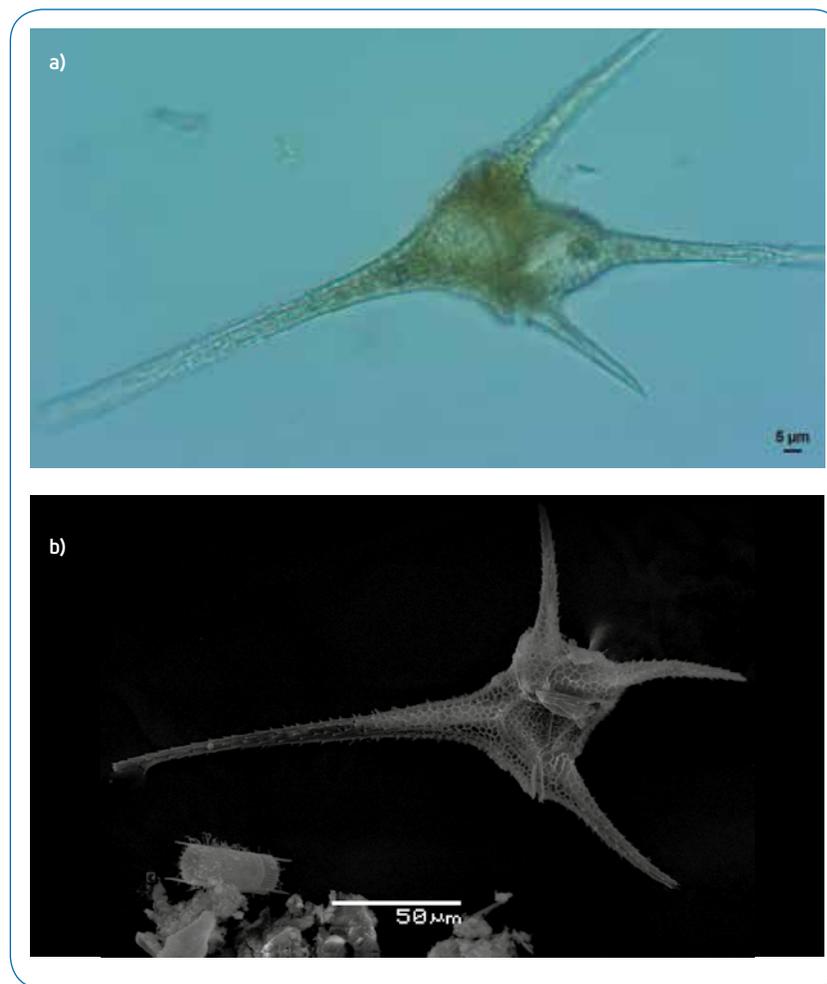


Figura 6.

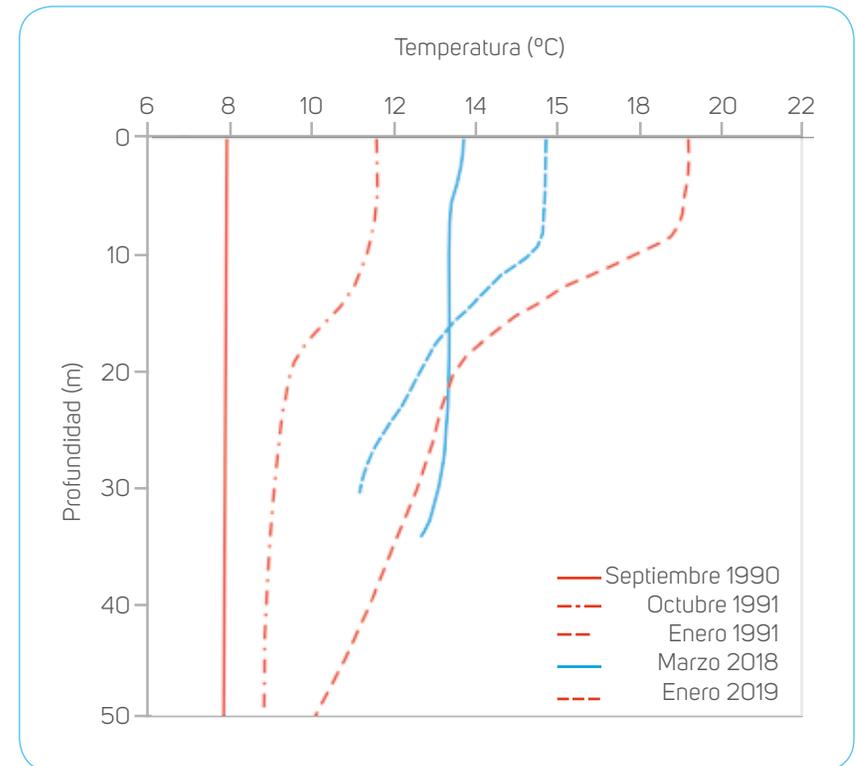
*Ceratium hirundinella*. Fotografía en a) microscopio óptico y b) *Ceratium hirundinella* fotografía en microscopio electrónico.

### Lago Galletué

Este cuerpo lacustre es un sistema monomítico templado, con estratificación térmica estival, que se ubica aproximadamente entre los 10 y 15 m de profundidad (Figura 7). Este fenómeno físico comienza a formarse en el mes de octubre y se mantiene hasta fines de marzo. En época invernal se aprecia una columna homogénea en torno a los 8°C.

El lago Galletué se caracteriza por presentar aguas blandas y transparentes, baja conductividad y pH neutro (Tabla 6). Mientras que el fósforo total y la clorofila-a aumentaron notoriamente durante el 2019. En tanto, las concentraciones de nitrógeno total se han mantenido más o menos constantes durante el período considerado en el estudio, con un promedio de 65 µg/L.

El estado trófico del lago según el índice de la OCDE (1982), muestra que la condición actual del lago puede clasificarse en dos categorías; mesotrófico según las concentraciones de fósforo total y oligotrófico según la transparencia y concentración de clorofila-a (Tabla 6). Al realizar la comparación con el índice de Carlson (1977), se obtiene que en marzo de 2018 el estado fue oligotrófico, mientras que en enero de 2019 el lago fue mesotrófico (Tabla 7).



**Figura 7.**

Perfiles de temperatura del lago Galletué en los periodos 1990-1991 (rojo) y 2018-2019 (azul).

Tabla 6. Parámetros físico-químicos del lago Galletué.

Parámetros	Monitoreo				
	Septiembre 1990	Enero 1991	Octubre 1991	Marzo 2018	Enero 2019
Temperatura (°C)	7,9	13,6	8,7	13,3	14,1
Conductividad (µS/cm)	48,6	51,6	33,8	37,6	66,0
pH	6,8	7,0	7,7	7,1	7,2
Transparencia (m)	-	-	-	8,0	10,0
Amonio (mg/l)	-	0,0042	0,0013	< 0,02	<0,02
Dureza total (meq/L)	0,4	0,4	0,4	0,25	0,33
Clorofila-a (µg/L)	-	-	-	0,49	1,09
Fósforo Total (µg/L)	-	4,9	7,3	<6,0	23
Nitrato (mg/L)	0,020	0,005	0,0285	0,010	0,009
Nitrito (mg/L)	-	-	-	<0,015	<0,015
Nitrógeno Total (µg/L)	20,0	75,1	61,4	100	70
Ortofosfato (mg/L)	-	0,0008	0,0012	<0,04	<0,04
Sílice Disuelta (MgSiO <sub>2</sub> /L)	14,4	17,1	24,8	17,4	11,8
S.T.S (mg/L)	2,0	2,0	2,7	<1,0	<1,0
S.T.D (mg/L)	59,1	48,4	65,5	58,4	46,0
Estado trófico actual según OCDE (1982)	Oligo/mesotrófico				

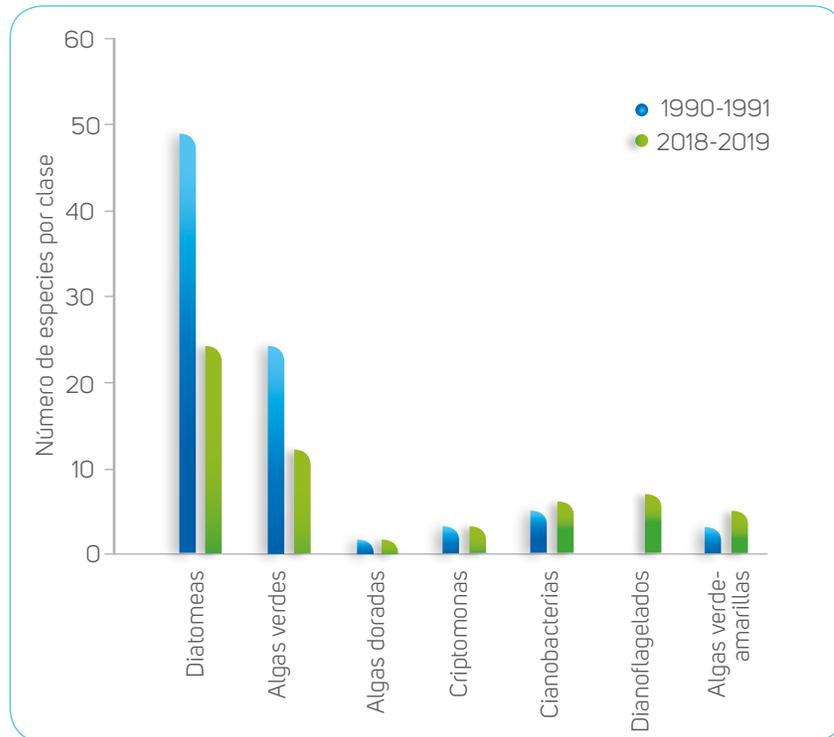
Tabla 7. Índice de estado trófico de Carlson (1977) para el lago Galletué.

Parámetros	Marzo 2018	Enero 2019
Transparencia del agua (Ds)(m)	30,0	41,5
Fósforo total (µg/m <sup>3</sup> )	29,99	49,36
Clorofila-a (µg/m <sup>3</sup> )	12,62	31,45
TSI	24,2 Oligotrófico	40,8 Mesotrófico

La comunidad actual de fitoplancton en el lago está compuesta por 58 especies, de las cuales un 41% corresponden a diatomeas. Comparativamente con el monitoreo de 1990-1991, donde se registraron 85 especies (con un 58% de diatomeas), el número de especies ha ido disminuyendo. Dentro del grupo de las diatomeas, se destacan tres diferentes clases: *Mediophyceae*, *Coscinodiscophyceae* y *Bacillariophyceae*, siendo esta última la más diversa en ambos periodos.

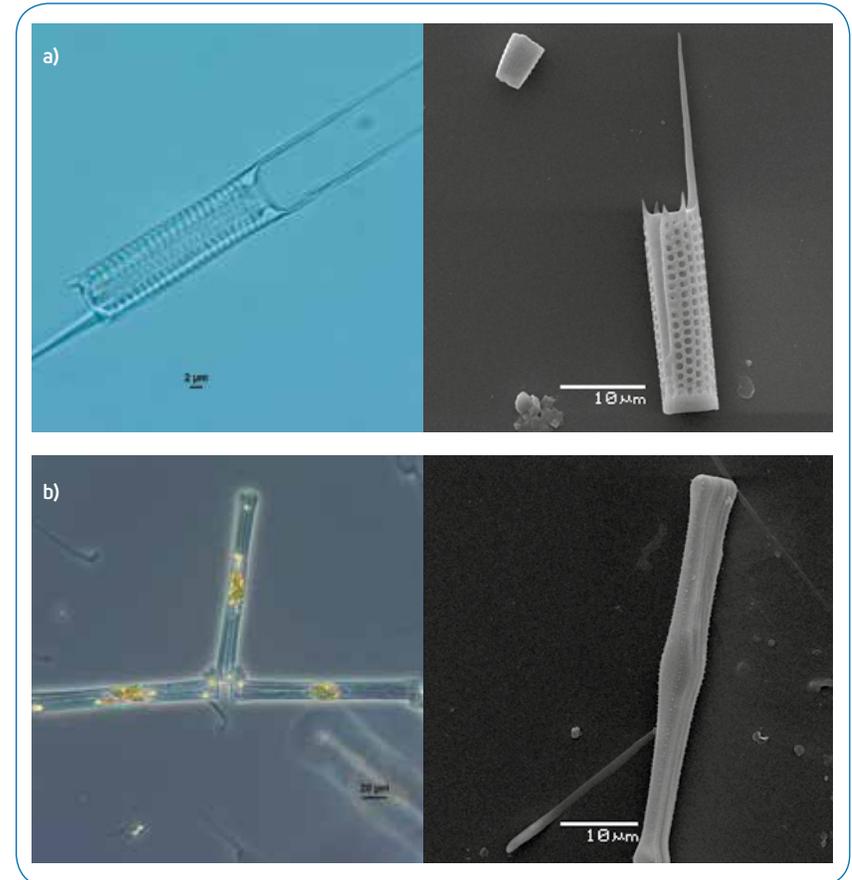
Diferencias entre las abundancias de diatomeas en los monitoreos de 1990-1991 y 2018-2019, dejan en evidencia un cambio de las condiciones del lago durante los últimos 30 años. Particularmente, el cambio de diatomeas céntricas (e.g. *Aulacoseira* spp. Figura 9 a y b) a pennadas (e.g. *F. crotonensis* y *T. fenestrata*, Figura 9 c y d), sugiere un cambio de las condiciones del lago, que estarían asociadas a la carga de nutrientes como fósforo y/o nitrógeno. Estudios realizados en lagos templados de altas latitudes indican que especies como *F. crotonensis* habitan en lagos oligotróficos, pero tienen la capacidad de aumentar su abundancia a mayores concentraciones de fósforo. La presencia de una floración de cianobacterias (Figura 10) durante el último monitoreo también podría dar evidencia de un aumento de nutrientes en la columna de agua.

En los lagos oligotróficos alpinos y ubicados en zonas prístinas, se ha indicado que las floraciones de diatomeas son causadas por el enriquecimiento de nitrógeno de los ecosistemas producto de la deposición atmosférica (Saros *et al.* 2015). La concentración atmosférica de este nutriente ha aumentado en esta región durante la última mitad del siglo XX (Williams & Tonnessen 2000; Interlandi *et al.* 2003). En el caso del lago Galletué, esto puede ser una explicación al cambio de dominancia de la comunidad fitoplanctónica, con el aumento de abundancia de diatomeas y cianobacterias fijadoras de nitrógeno.



**Figura 8.**

Comparación del número de especies de fitoplancton por clase entre los periodos 1990-1991 y 2018-2019



**Figura 9.**

a) *Aulacoseira granulata*, fotografía en microscopio óptico, b) *Aulacoseira granulata* fotografía en microscopio electrónico, c) *Tabellaria fenestrata*, fotografía en microscopio óptico y d) *Tabellaria fenestrata*, fotografía en microscopio electrónico.

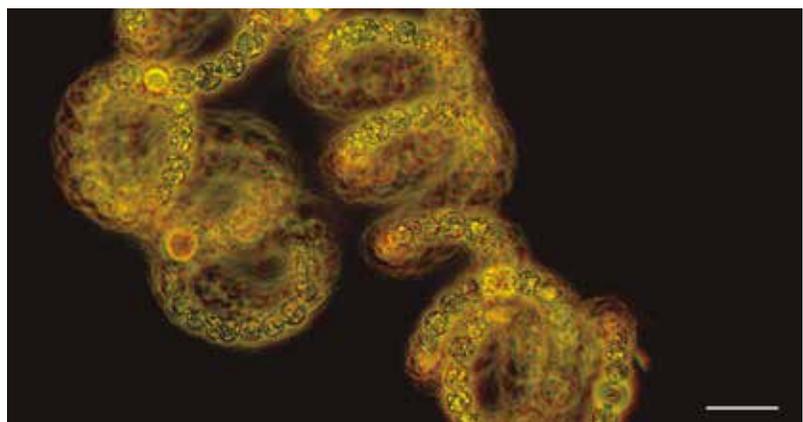


Figura 10.

*Dolichospermum cf. flosaquae*, Floración Lago Galletué, verano 2019.

### Lago Icalma

El lago Icalma es un sistema monomítico con estratificación térmica estival (fines de octubre hasta abril), ubicándose entre los 15 y 30 metros de profundidad (Figura 11). La temperatura varía estacionalmente, entre los 6 °C y 18°C, aproximadamente. El lago se caracteriza por presentar aguas blandas y transparentes, de pH neutro y baja conductividad. Todas estas condiciones se han mantenido estables durante los últimos 30 años (Tabla 8).

De manera similar, la concentración de fósforo total en la columna de agua, se ha mantenido más o menos constante en el tiempo, con valores inferiores o iguales a 10 µg/L, valor máximo para la condición de oligotrofia. En tanto, las concentraciones de nitrógeno total han fluctuado entre 20 µg/L y 100 µg/L (Tabla 8). Respecto a la clorofila-a, esta registra valores promedio en la columna de agua entre 0,13 y 0,21 µg/L para el período 2018 - 2019. Este parámetro no presenta valores históricos para poder efectuar una comparación.

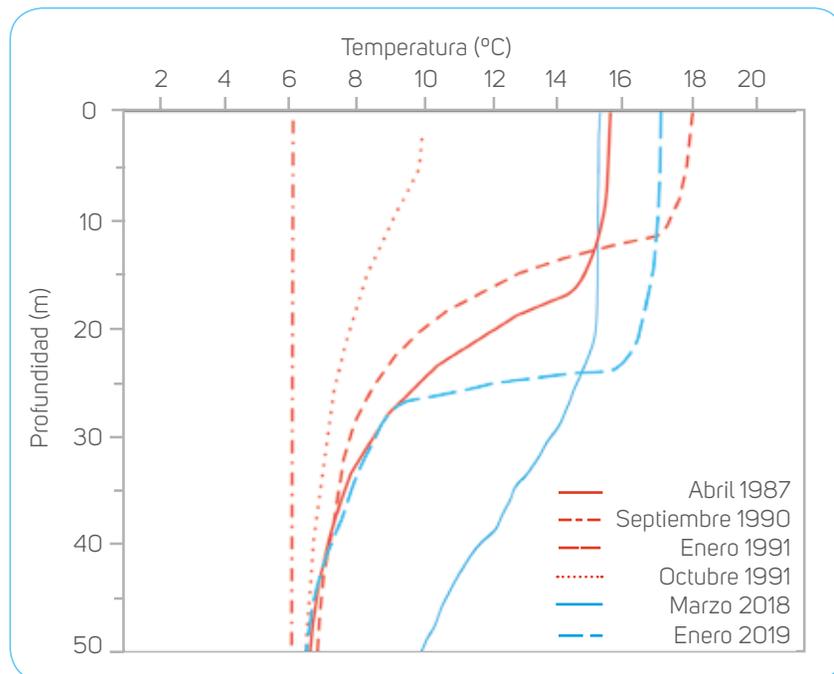
En relación al estado trófico, según el índice de la OCDE (1982), el lago presentaría una condición actual ultra-oligotrófica para clorofila-a y de oligotrofia para fósforo y transparencia (Tabla 8). La aplicación del índice de Carlson (1977) para evaluar el estado trófico del lago, permitió evidenciar que este sistema lacustre ha mantenido su condición oligotrófica, al comparar los resultados del período 2018 – 2019 (Tabla 9).

Tabla 8. Parámetros físico-químicos del lago Icalma.

Parámetros	Fecha				
	Septiembre 1990	Enero 1991	Octubre 1991	Marzo 2018	Enero 2019
Temperatura (°C)	6,0	13,6	9,0	15,3	14,1
Conductividad (µS/cm)	44,5	47,7	34,5	33,2	58,1
pH	7,2	7,4	7,7	7,7	7,6
Transparencia (m)	-	-	-	10,0	9,0
Amonio (mg/l)	-	0,0042	0,0013	<0,02	<0,02
Dureza total (meq/L)	0,3	0,3	0,3	0,87	0,29
Clorofila-a (µg/L)	-	-	-	0,21	0,13
Fósforo Total (µg/L)	-	6,0	5,6	<6,0	10,0
Nitrato (mg/L)	0,0333	0,0250	0,0404	0,037	0,02
Nitrito (mg/L)	-	-	-	<0,015	<0,015
Nitrógeno Total (µg/L)	33,3	98,0	64,9	80,0	70,0
Ortofosfato (mg/L)	-	0,8	1,2	<40	<40
Sílice Disuelta (MgSiO <sub>2</sub> /L)	13,4	17,9	20,0	15,5	10,3
S.T.S (mg/L)	1,4	2,3	1,4	<1,0	<1,0
S.T.D (mg/L)	65,2	60,0	68,1	50,5	43,5
Estado trófico actual según OCDE (1982)	Ultra-oligotrófico				

**Tabla 9.** Índice de estado trófico TSI para el lago Icalma.

Parámetros	Marzo 2018	Enero 2019
Transparencia del agua (Ds)(m)	26,8	28,3
Fósforo total (mg/m <sup>3</sup> )	29,9	37,4
Clorofila-a (mg/m <sup>3</sup> )	3,0	10,6
TSI	19,9 Oligotrófico	25,4 Oligotrófico

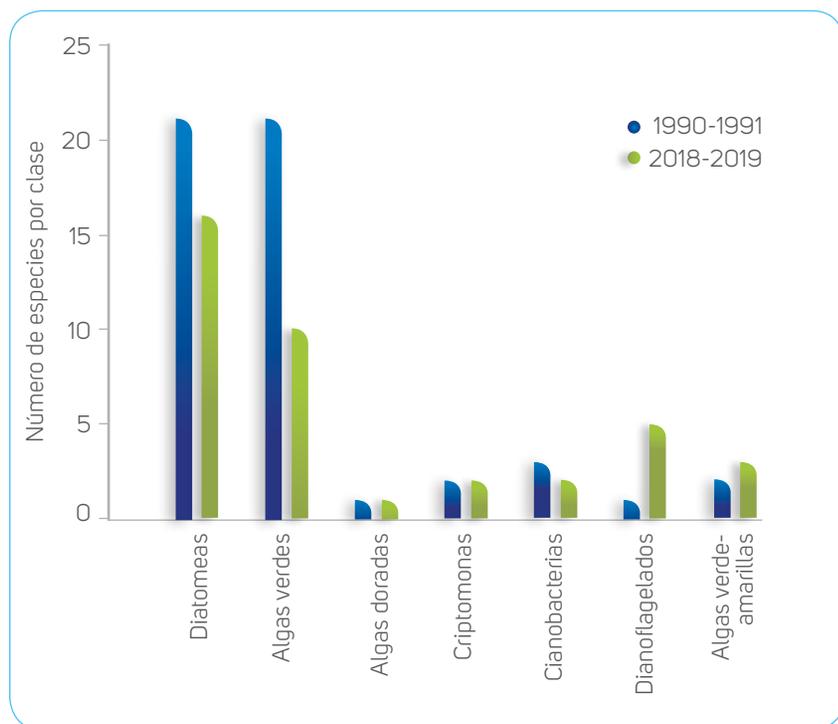


**Figura 11.**

Perfiles de temperatura lago Icalma en los periodos 1990-1991 (rojo) y 2018-2019 (azul).

La composición fitoplanctónica del lago Icalma, ha estado dominada principalmente por diatomeas y algas verdes (Figura 12). Similarmente a lo encontrado en el lago Galletué, se observó una disminución en la riqueza de especies, pasando de 51 (1990-1991) a 39 taxa (2018-2019). Las especies dominantes en 1990-1991 (*Rhizosolenia eriensis*, *Dinobryon divergens* y *Willea irregularis*) disminuyeron su presencia en la comunidad, llegando a ser descritas como raras en el periodo 2018-2019. En la actualidad, la diatomea *Cyclotella ocellata* y el dinoflagelado *Peridinium* cf. *incospicum*, son las especies que dominan la comunidad y que no fueron reportadas anteriormente para el lago. Específicamente, *C. ocellata* generó una floración en enero del 2019, donde alcanzó una abundancia máxima a 5 m de profundidad. Este taxón a pesar de tener una amplia distribución geográfica en ambientes dulceacuícolas, ha sido poco registrado en las aguas chilenas, siendo encontrado por primera vez en un embalse eutrófico del centro del país (Rivera *et al.* 2003). El género *Cyclotella* a menudo tiene requerimientos muy bajos de nutrientes (Arnett *et al.* 2012), pero pueden ser oportunistas como muchos taxa de pequeño tamaño y responder positivamente a la adición de nutrientes (Saros & Anderson 2015).

Además otras especies como la cianobacteria *Aphanocapsa elachista* y la diatomea *Fragilaria crotonensis* han aumentado su abundancia en la actualidad. De igual forma, se reportó la presencia del dinoflagelado *Ceratium* sp., el que si bien se registra en baja abundancia, es considerado invasor de ecosistemas acuáticos continentales de América del Sur, expandiendo en pocos años su distribución geográfica (Meichtry de Zaburlin *et al.* 2016).



**Figura 12.**

Comparación del número de especies de fitoplancton por clase entre los periodos 1990-1991 y 2018-2019, en el lago Icalma.

## Propuesta para la conservación del estado trófico

La recuperación de un ecosistema, definida como el retorno a una condición previa a la degradación, producida por cualquier tipo de perturbación (Welch & Cooke 1987). Sin embargo, en la realidad no se suele conocer el estado exacto de los ecosistemas en el pasado, por lo que el término “recuperación” tiene amplia definición, a pesar que en la mayoría de los sistemas acuáticos sólo se realiza una rehabilitación (Moss 1996), es decir, se alcanza un estado o condición aceptable del ecosistema, sin necesariamente recuperar las características previas a la alteración.

Dado que la carga de nutrientes es considerada el factor determinante en la transición de los lagos eutróficos, su reducción es naturalmente el primer paso para restaurar cualquier sistema (Scheffer 1998). La eliminación de las entradas implica acciones concretas que eliminen fuentes externas de nutrientes, entre ellas se encuentran la construcción de plantas de tratamientos (primarias, secundarias, terciarias), desvío de los efluentes y construcción de humedales artificiales. En general, es más fácil controlar el aporte externo de fósforo que de nitrógeno. El primero es comparativamente insoluble, puede ser fácilmente precipitado y además, en la mayoría de los casos proviene de escasas fuentes altamente concentradas. En cambio, el nitrógeno en forma de nitrato y amonio es muy soluble, no puede precipitarse fácilmente y en general es aportado de forma difusa desde la cuenca (Moss 1996). Por otro lado, un lago que ha recibido un aporte importante de nutrientes durante muchos años libera una mayor cantidad de fósforo que de nitrógeno desde el sedimento, debido a las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación y lavado. La mayor dificultad para disminuir la concentración de nutrientes en la columna de agua es la eliminación de la reserva de éstos desde los sedimentos.

Un Plan de Manejo Integrado debe incluir básicamente, medidas de control externas e internas, que permitan recuperar el estado ambiental a un nivel aceptable para la mayor parte de sus usuarios.

Es más fácil, barato y efectivo controlar las fuentes de nutrientes y contaminantes que restaurar un cuerpo de agua una vez deteriorado. Por lo tanto, todo Plan de Manejo Integrado debería comenzar con la implementación de medidas de carácter externo. Ello implica, manejar la cuenca de drenaje, tanto en su parte inmediata, como en aquellas secciones de la cuenca que están más alejadas. Especial cuidado se debería

tener con las entradas provenientes de las descargas de plantas de tratamiento de aguas servidas, dado los altos niveles de nutrientes y otros contaminantes.

Nuestro país presenta condiciones geomorfológicas donde es posible implementar la gestión de los ecosistemas lacustres tomando como unidad de referencia las cuencas hidrográficas. En la actualidad se presenta a la cuenca como un sistema unitario, ya que está formada por un conjunto de elementos que se interrelacionan, siendo los más importantes el agua, el suelo, la vegetación y la geología. El territorio de una cuenca facilita la comprensión de las relaciones de sus habitantes -independientemente de la existencia de otros límites político-administrativos- debido a la dependencia común a un sistema hídrico compartido, a la existencia de un cierto tipo de recursos naturales, clima e infraestructura, y porque a menudo deben enfrentar problemas similares.

Sin embargo, se debe tener presente que en Chile no existe legislación que regule el uso integrado de las cuencas y sus recursos. Por otro lado, el que los límites de las unidades territoriales, tales como regiones, provincias y comunas, no coincidan con los límites de una cuenca hidrográfica, lo que dificulta aún más la gestión de ellas (*e.g.* La cuenca del río Biobío es compartida entre las regiones del Biobío y Araucanía). Generalmente estos límites están definidos por densidad poblacional o actividades económicas, en vez de definirlos por cuencas. Es por esta razón que a menudo una cuenca hidrográfica depende de dos (o más) regiones, las cuales pueden tener prioridades diferentes de acuerdo con sus planes de desarrollo regional.

La gestión integrada de cuencas, es un instrumento que existe en todos los países miembros de la OCDE, organización internacional del cual nuestro país es integrante. Tanto en el Primer Informe del año 2005 como en el segundo Informe del presente año, la OCDE ha indicado e insistido, en esta gran falencia que tiene nuestro país respecto a la gestión de sus recursos hídricos y de los servicios ecosistémicos que ellos prestan a la sociedad. Por lo tanto, no es posible desarrollar un plan de gestión de los lagos estudiados, sin tener a la cuenca de drenaje como la unidad geográfica de referencia.

La calidad del agua y el estado trófico de los lagos estudiados reflejan que estos sistemas presentan un buen estado de conservación, de manera que es importante implementar medidas para que estos sistemas sigan manteniendo su actual condición y no incrementen su estado trófico, ya que se observan signos de un leve aumento en la trofia de ellos. Las evidencias más claras de estos cambios se aprecian en la

disminución del número de especies del fitoplancton de los lagos Galletué e Icalma y el desarrollo de floraciones de cianobacterias en los lagos Laja y Galletué. Estos organismos son potencialmente productores de sustancias tóxicas, conocidas como cianotoxinas, que dependiendo de la especie puede ser nocivas para la salud de las personas y el ecosistema en general. En este sentido es sumamente importante desarrollar e implementar un programa de monitoreo permanente para estos cuerpos de agua, de manera de generar información científica para la elaboración de futuros planes de manejo. Particularmente importante, para los lagos Icalma y Galletué, ya que ambos ecosistemas dan origen al río Biobío, que es la principal fuente de abastecimiento de agua para consumo humano y actividades recreativas de la Región, y no forman parte de la red de control de lagos de la Dirección General de Aguas.



*EUULA - CHILE*

### Referencias Bibliográficas

- Arnett HA, Saros JE & Mast MA. 2012. A caveat regarding diatom-inferred nitrogen concentrations in oligotrophic lakes. *Journal of Paleolimnology* 47: 277-291.
- Bertrand S, Charlet F, Chapron E, Fagel N & De Batist M. 2008. Reconstruction of the Holocene seismotectonic activity of the Southern Andes from seismites recorded in Lago Icalma, Chile, 39°S. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 259: 301-322.
- Carlson R. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography* 22(2): 361-369.
- DGA. 2017. Pronóstico de caudales de deshielo temporada de riego 2017 – 2018.
- Interlandi S, Kilham J & Theriot E. 2003. Diatom chemistry relationships in Yellowstone Lake (Wyoming) sediments: Implications for climatic and aquatic processes research. *Limnology and oceanography*. 48(1): 79-92.
- Mardones M, Ugarte E, Rondanelli M, Rodríguez A & Barrientos C. 1993. Planificación ecológica en el sector Icalma-Liucura (IX Región): Proposición de un método, EULA, Concepción, Chile.
- Mardones M & Vargas J. 2005. Efectos hidrológicos de los usos eléctrico y agrícola en la cuenca del río Laja. *Revista de Geografía Norte Grande* 33: 89-102.
- Meichtry de Zaburlín N, Vogler R, Molina M & Llano V. 2016. Potential distribution of the invasive freshwater dinoflagellate *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans (Dinophyta) in South America. *Journal of Phycology*, 52(2): 200-208.
- Moss B. 1996. Aland awash with nutrients – the problem of eutrophication. *Chemistry & Industry* 3: 407-411.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Final report, OECD cooperative programme on monitoring of inland waters (eutrophication control), Environment Directorate, OECD, Paris. Francia, 154 pp.
- Parra O, Campos H, Steffen W, Agüero G, Basualto S, Avilés D & Vighi M. 1993. Estudios limnológicos de los lagos Icalma y Galletué: lagos de origen del río Biobío (Chile Central). Serie monografías científicas del Centro EULA-Chile, 12: 161-168.
- Parra O, Valdovinos C, Urrutia R, Cisternas M, Habit E & Mardones M. 2003. Caracterización y tendencias tróficas de cinco lagos costeros de Chile Central. *Limnetica* 22(1-2): 51-83.
- Parra O. 1989. La eutroficación de la Laguna Grande de San Pedro, Concepción, Chile: Un caso de estudio. *Ambiente y Desarrollo* 1: 117-136.
- Rivera P, Cruces F & Vila I. 2003. *Cyclotella ocellata* Pantocsek (Bacillariophyceae): Primera cita en Chile y comentarios sobre su variabilidad morfológica. *Gayana. Botánica* 60(2): 123-131.
- Ryding S & Rast W. 1992. El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Ed. Pirámide. Madrid, España. 375 pp.
- Salmaso N, Morabito G, Buzzi F, Garibaldi L, Simona M & Mosello R. 2006. Phytoplankton as an indicator of the water quality of the deep lakes south of the Alps. *Hydrobiologia* 563: 167–187.
- Saros JE & Anderson NJ. 2015. The ecology of the planktonic diatom *Cyclotella* and its implications for global environmental change studies. *Biological Reviews*. 90(2): 522-541.
- Scheffer M. 1998. Ecology of shallow lakes. Kluwer academic publisher. Dordrecht. Netherlands. 380 pp.
- Urrutia R, Araneda A, Torres L, Cruces F, Vivero C, Torrejón F, Barra R, Fagel N, Scharf B. 2010. Late Holocene environmental changes inferred from diatom, chironomid, and pollen assemblages in an Andean lake in Central Chile, Lake Laja (36°S). *Hydrobiologia* 648: 207–225.
- Welch E & Cooke G. 1987. Lakes. En W. Jordan, M Gilpin & J. Aber (Eds), *Restoration Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge: 109 -129.
- Williams M & Tonnessen KA. 2000. Critical loads for inorganic nitrogen deposition in the Colorado Front Range, USA, *Ecological Applications* 10(6): 1648-1665.



# CAPÍTULO 5

## LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BIOBÍO

Ricardo Figueroa  
Oscar Parra  
María Elisa Díaz

### Introducción

La cuenca hidrográfica del Biobío debe su nombre a su curso principal, el río Biobío. Esta se extiende entre los 36° y 39° Latitud Sur (Figura 1), corresponde a una de las cuencas de mayor superficie (24.260 km<sup>2</sup>) y caudal de Chile (960 m<sup>3</sup>/s de promedio anual en su desembocadura). A nivel nacional representa un importante centro de desarrollo económico, ligados al sector forestal, agropecuario, industrial (industrias de celulosa y papel, metalúrgicas, químicas y de refinería de petróleo) e hidroeléctrico, constituyendo la principal fuente de suministro de energía a nivel nacional (Parra *et al.* 2013). Posee además un excepcional mosaico de hábitats y diversidad biológica sustentado en las características ambientales y geográficas que proporciona cada uno de sus ríos que tributarios.



Figura 1.

Cuenca del Río Biobío.

El río Biobío es la fuente primordial de agua potable para gran parte de las comunas ribereñas, posee un total de 326 localidades pobladas, de las cuales 17 son ciudades y el resto lo conforman poblados con menor cantidad de habitantes y un número importante de 271 localidades rurales. La cuenca tiene alrededor de 17 centrales hidroeléctricas instaladas y operando a la fecha, siete de ellas en la Sub cuenca del río Laja (Abanico, El Toro, Antuco, Quilleco, Rucúe, Laja y Diuto); dos en el río Duqueco (Mampil y Peuchén) y tres centrales en el curso principal (Centrales Pangué, Ralco y Angostura) y otras como Boquiamargo, Los Padres, Malpucho, Renaico, todo lo anterior con una producción que supera los 2800 MW, y que puede variar día a día con nuevos proyectos aprobados (e.g. Rucalhue y Frontera con RCA aprobadas). La principal carga industrial que evacua al río corresponde a la industria forestal de celulosa y/o papel, localizada desde Negrete hasta la desembocadura con tres plantas de celulosa: CMPC Pacífico, CMPC Santa Fe, CMPC Laja (la cual ha duplicado su producción en los últimos años) y una fábrica de papel, Papeles Biobío. Asimismo, destacan Iansa S.A. una de las principales compañías agroindustriales del país, que comercializa azúcar y coproductos de la remolacha, sin embargo, su evacuación no es constante y Enap Refinerías Biobío que se localiza cerca de la Desembocadura del río Biobío. Otro uso relevante del río corresponde al de riego con un caudal total cercano a los 220 m<sup>3</sup>/s y con una capacidad de riego de aproximadamente 220.000 ha. (Parra *et al.*, 2009, 2013).

El curso principal alcanza a un orden 9 (*sensu* Strahler, 1957) y se identifican dos regiones fluviales claramente delimitadas: a) sector de rítrón, de 270 km de longitud, y b) sector de potamón, de 110 km de longitud. El caudal promedio en su desembocadura es de 960 m<sup>3</sup>/s, con máximos y mínimos medios de 1.600m<sup>3</sup>/s (julio) y 160 m<sup>3</sup>/s (marzo), respectivamente. Sin embargo, datos medios de los últimos 30 años muestran una disminución en su valor promedio de 850 m<sup>3</sup>/s.

La cuenca hidrográfica contiene 15 subcuencas menores, sometidas a la influencia de distintos ambientes y factores geográficos; por lo tanto, la dinámica del sistema es muy variable desde el inicio de su curso hasta su desembocadura. De estas subcuencas, las principales corresponden a las del Alto Biobío y las de los ríos Duqueco, Bureo, Vergara y Laja. El régimen hidrológico de la hoya en el alto Biobío es más bien nival, pero ya en el curso medio recibe aportes pluviales importante que los hace un régimen mixto.

#### Tramos cabecera del río – Embalse Pangué - Santa Bárbara:

Corresponde a un segmento del Biobío de 200 km ubicado desde el nacimiento del río en los lagos Galletué e Icalma, hasta la ciudad de Santa Bárbara. En este tramo, el río Biobío tiene todas las características típicas de rítrón, con aguas de mucha velocidad y fondo de grandes bolones (Figuras 2 y 3). Estas características son sólo interrumpidas a aproximadamente 35 km aguas arriba de Santa Bárbara, por la presencia de los embalses de las centrales hidroeléctricas Pangué, Ralco y Angostura. En parte de este trayecto, el río está bordeado por extensos bosques de vegetación nativa, por lo cual es sombrío y de bajas temperaturas. Este tramo no recibe descargas industriales, sólo algunas de origen doméstico. Sin embargo, las hidroléctricas también han llevado relocalización de poblaciones humanas, concentrándolas y cambiando algunas costumbres de vida como la agricultura extensiva y permanencia, lo cual tiene impactos no estudiados en el río, pero se aprecia en la pérdida de la vegetación nativa para uso de madera y calefacción. Mientras otros espacios están siendo colonizados por plantaciones de pinos.



Figura 2.

Río Biobío agua arriba de Ralco.



Figura 3.

Río Biobío sector balseadero Callaqui.



Figura 4.

Río Biobío Sector Negrete aguas arriba Puente Coigüe.

### Tramo Santa Bárbara – río Vergara:

Corresponde a un tramo de 72 km de la zona terminal del sector de rítrón, los sectores de remansos y rápidos se suceden de manera más espaciada y los bolones del fondo son de tamaño menor. Gran parte de la vegetación ribereña ha sido reemplazada por plantaciones forestales y áreas agrícolas, por lo cual es una zona más asoleada que la anterior. Este tramo del Biobío recibe dos afluentes, correspondientes a los ríos Duqueco (por el norte) y Bureo (por el sur) (Figura 4 y 5). En la parte final de este tramo el río recibe los primeros efluentes industriales de relevancia, además de descargas domésticas de aguas servidas.



Figura 5.

Río Bureo antes de su desembocadura al río Biobío.

### Tramo río Vergara – Santa Juana:

Corresponde a un tramo de 52 km que incluye la parte alta del sector potamal del río Biobío. En este sector el lecho del río se expande considerablemente y pierde pendiente. Además, es un sector muy asoleado y la sedimentación se incrementa, por lo cual el fondo de bolones es reemplazado por extensos bancos de arena. En esta zona el flujo deja de ser turbulento como en los dos tramos anteriores, pasando a ser laminar. Este tramo recibe a los principales tributarios del Biobío, correspondientes a los ríos Laja y Vergara (Figura 6 y 7). También recibe los aportes de la pequeña subcuenca del río Guaqui. Gran parte de la vegetación de las áreas ribereñas está dominada por plantaciones de pino insigne, y en los sectores más próximos al río, por mimbres, sauces y álamos. Este tramo recibe importantes descargas industriales y urbanas.



Figura 6.

Río Vergara antes de desembocar al río Biobío.



Figura 7.

Río Biobío en el sector de Santa Juana, donde se aprecia el desarrollo de islas en el río por mayor sedimentación.

### Tramo Santa Juana – Concepción- Desembocadura:

Incluye al curso inferior del río Biobío hasta la ciudad de Concepción, cubriendo un tramo de 53 km. Desde un punto de vista físico presenta características similares al tramo anterior, aunque su lecho se expande aún más. Se trata de un tramo que no recibe ningún afluente de magnitud y de un área donde se concentra la mayor parte de la población de la cuenca (ciudades de Concepción, San Pedro, Chiguayante, Hualqui y Santa Juana; Figuras 8 y 9). Este tramo recibe principalmente descargas de origen urbano e industriales de baja magnitud. En sus km finales las aguas son afectadas por los ciclos de marea que afectan su salinidad, especialmente en sus últimos 500 m. En este tramo se descargan aguas servidas tratadas a partir de 2003 (previamente se vertían sin tratamiento) de San Pedro en su ribera sur, con una fuerte actividad arenosa en su ribera norte y vertidos provenientes de la refinera de petróleo de ENAP.



**Figura 8.**

Río Biobío Sector la Mochita.



**Figura 9.**

Río Vergara antes de desembocar al río Biobío.

### Subcuenca del río Laja:

El río Laja corresponde al principal afluente del río Biobío, el cual recibe la mayor parte de sus aguas directamente del lago Laja, siendo los aportes de sus tributarios de menor importancia. Unos de los aspectos más relevantes de este sistema, es la presencia de un caudal regulado por las centrales hidroeléctricas (El Toro, Abanico, Antuco y Rucúe) y de una serie canales de riego que extraen aguas del sistema (e.g. Laja Sur, Laja - Diguillín). En su sector terminal está conformado por una serie de remansos con fondos arenosos, separados por algunos rápidos pedregosos y es donde se concentra la mayor población.

### Subcuenca del río Duqueco:

El río Duqueco corresponde a un río de montaña o ritrón, con fondos rocosos de alta pendiente. Corresponde a una cuenca con abundante vegetación nativa, especialmente en su parte alta, en la cual recientemente se han instalado dos centrales hidroeléctricas de paso (Mampil y Peuchén).

### Subcuenca del río Bureo:

Esta subcuenca es fundamentalmente agrícola, y se caracteriza por la presencia de zonas de ritrón en gran parte de ella. El principal centro urbano corresponde a Mulchén (Figura 5).

### Subcuenca del río Vergara:

El río Vergara se descuelga de sur a norte de la Cordillera de Nahuelbuta. Se pueden reconocer dos grandes zonas: una de montaña aguas arriba de la ciudad de Angol, caracterizada por fuertes pendientes, fondos de bolones y una abundante vegetación nativa ribereña, y otra zona de llanura, situada aguas abajo de Angol, con una pendiente suave, fondos fundamentalmente arenosos y escasa vegetación nativa. Esta subcuenca recibe descargas urbanas e industriales.

### Subcuenca del río Guaqui:

El Guaqui y su principal tributario, el río Rarínco, conforman una subcuenca fundamentalmente de llanura, con uso fundamentalmente agrícola y forestal. El principal centro urbano de esta zona corresponde a la ciudad de Los Ángeles, en la cual se concentra una serie de agroindustrias. Hasta el año 2003 la ciudad de Los Ángeles vertía sus descargas urbanas sin tratamiento a un afluente del río Guaqui (río Quilque).

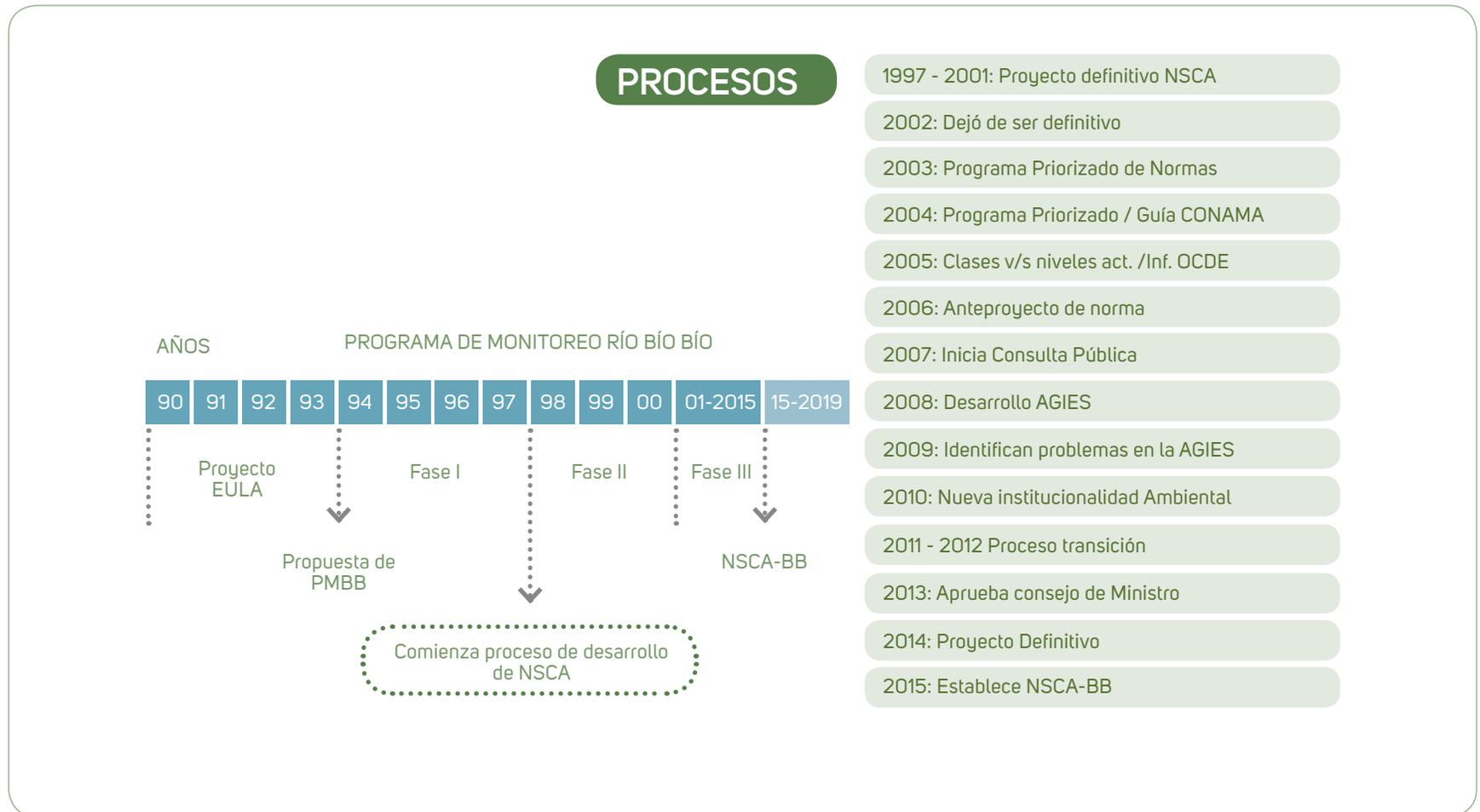
## Calidad de agua de la Cuenca del Río Bío Biobío

### Programa de Monitoreo de la Cuenca del río Biobío y su aporte al desarrollo de la Norma Secundaria de Calidad Ambiental de sus Aguas (NSCA)

La escasez de agua y la presión sobre este recurso ha incentivado mucha preocupación sobre la cantidad y calidad requerida para los diversos usos que hacemos de ella. De forma general las características químicas de las aguas dependen de la geología local y la magnitud de entrada de los elementos disueltos a través de precipitaciones, actividad volcánica y otras actividades que se desarrollen en la cuenca de drenaje (contaminación). Pero dado que la última opción alcanza mayor relevancia en los tiempos modernos debido a la pérdida de las calidades naturales, la calidad del agua se define en términos de sus parámetros físicos, químicos y biológicos, pero orientado a un fin de uso y comparados con un estándar de clase objetivo (Hameed *et al.* 2010). Esto se expresa metodológicamente en una Norma Secundaria de Calidad Ambiental para aguas Continentales y Marinas.

Este proceso ha sido largo en Chile y obedece a la Ley Bases Generales del Medio Ambiente (N°19.300 de 1994), que estableció en su Título II los Instrumentos de Gestión Ambiental, entre ellos destacan aquellos dirigidos a prevenir o remediar la contaminación ambiental, como son las normas de calidad ambiental, las normas de emisión y los planes de prevención y descontaminación. De modo que el Estado tiene por función dictar normas secundarias de calidad ambiental para regular la presencia de contaminantes en el medio ambiente, para prevenir que éstos puedan representar, por sus concentraciones y períodos, un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

Este proceso se inició en 1997 y dado la poca experiencia, participación y disponibilidad de datos históricos, su desarrollo no fue de lo más auspicioso y de un proyecto específico para la cuenca del río Biobío el 2001, se dictaminó una norma general para todo Chile en el 2004 denominada "Guía para desarrollo de Normas de CONAMA" (2004), la cual no prosperó y se avanzó hacia un programa de cuencas pilotos donde la del río Biobío fue una de las seleccionadas. Sin embargo, cualquier esfuerzo requiere de una base de datos adecuada en términos espaciales (que incluya toda la cuenca) y temporales (una larga data de tiempo). Esta información fue proporcionada por el Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del río Biobío (PMBB) desarrollado por el Centro EULA-Chile desde 1994 a la fecha, permitiendo obtener un primer mapa de la calidad del agua (Parra *et al.* 1993) y que dió paso a una propuesta de un programa de monitoreo presentada a las principales empresas usuarias del río Biobío, las cuales con una clara visión estratégica aceptaron este desafío, manteniendo un muestreo continuo desde 1994 y que ha permitido ir verificando cada uno de los diversos hitos que dieron paso a la NSCA-BB (Figura 10). Las muestras son recolectadas tres veces al año, para reflejar las condiciones extremas de caudal en la cuenca que son altos caudales de invierno (precipitaciones), primavera (deshielos) y bajo caudal de verano.



**Figura 10.**

Procesos históricos que sucedieron al desarrollo de la Norma Secundaria para la Protección de la Calidad de Aguas superficiales del Río Biobío (NSCA-BB) y paralelamente se muestra el desarrollo del Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Biobío (PMBB) del Centro EULA-Chile, el cual permitió apoyar el desarrollo de la Norma.

### Norma Secundaria de Calidad Ambiental del Río Biobío (NSCA)

Las NSCA son aquellas que establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos, permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. El Decreto Supremo que establece estas normas señalará el ámbito territorial de su aplicación, el que podrá ser todo el territorio de la República o una parte de él (D.S. N° 38/2012 art. 3). En particular, las NSCA para la protección de las aguas continentales superficiales del río Biobío (D.S. N° 9/2015 MMA), han sido establecidas con el objetivo

de “conservar o preservar los ecosistemas acuáticos y sus servicios ecosistémicos”, a través de la mantención o mejoramiento de la calidad de las aguas de la cuenca (D.S. N° 9/2015 art.1); buscando controlar variables importantes para aspectos de eutrofización (nitrógeno y fósforo), así como otros parámetros (coliformes fecales, sólidos suspendidos, AOX, índice de fenol, entre otros) que pueden afectar los cursos de agua, ya sea por su nivel de toxicidad o por modificar de manera importante las condiciones del ecosistema acuático. Al respecto, las variables normadas, sus respectivos niveles y la clase aceptada para este valor se resume en la Tabla 1, la cual fue confeccionada considerando las clases de calidad propuestas por el MMA en el expediente de la citada norma (Tabla 2).

Tabla 1. Niveles de Calidad Ambiental por área de vigilancia en la cuenca del río Biobío (D.S. N° 9/2015) los cuales han sido asociados a una clase de calidad (color) según la Tabla 2 propuesta por el MMA en su expediente.

Variable	Unidad	BI-10	BI-20	BI-30	BI-40	BI-50	BI-60	BU-10	DU-10	LA-10	LA-20	LA-30	MA-10	RE-10	VE-10
Aluminio Total	mg/l	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Amonio(N-NH <sub>4</sub> )	mg N/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
Comp. Org. Halog. (AOX)	mg/l	0,002	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,002	0,006	0,01	0,002	0,002	0,03
Cloruro	mg/l	3	7	7	8	8	-	4	4	3	3	3	4	5	6
Colif. Fecales	NMP/100ml	50	50	500	500	1000	1000	1000	1000	50	50	500	50	50	500
Conductividad	µS/cm	80	90	150	150	150	-	80	120	80	95	150	60	60	80
DBO <sub>5</sub>	mg/l	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
DQO	mg/l	5	5	8	8	5	7	9	6	3	3	8	6	7	10
Fósforo Total	mg/l	0,03	0,02	0,04	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,02	0,02	0,1	0,03	0,02	0,06
Hierro Total	mg/l	0,3	0,3	0,3	0,5	0,7	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Índice Fenol	mg/l	0,003	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,004
Nitrato(N-NO <sub>3</sub> )	mg N/l	0,03	0,03	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,04	0,03	0,15	0,04	0,03	0,2
Nitrito(N-NO <sub>2</sub> )	mg N/l	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,01	0,006	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,01
Nitrógeno total	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,4
Ortofosfato(PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,1	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,05
Oxígeno Disuelto	mg/l	10	10	9	9	8,7	8,7	9	9	9	8,7	8,7	10	9	9
pH		6,5-8,5						6,5-8,5							
Sol. Susp. totales	mg/l	8	4	7	8	9	8	10	5	2	2	5	5	5	6
Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	mg/l	5	6	6	14	14	-	5	5	7	6	6	5	5	10

Tabla 2. Clases de calidad propuesta por el MMA para diversas variables.

Variable	Unidad	Clase 1 Excelente	Clase 2 Buena	Clase 3 Regular	Clase 4 Mala	Clase 5 Muy Mala
Aluminio Total	mg/L	0,09	0,72	1,17	1,62	>1,62
Amonio	mg N/L	0,02	0,03	0,06	0,09	>0,09
AOX	mg/L	0,002	0,006	0,03	0,05	>0,05
Cloruro	mg/L	2	7	54	100	>100
Colif. Fecales	NMP/100ml	5	50	1000	10.000	>10.000
Conductividad	µS/cm	60	80	150	220	>220
DBO <sub>5</sub>	mg/L	1	2	5	8	>8
DQO	mg/L	3	10	15	20	>20
Fenoles Totales	mg/L	0,002	0,004	0,007	0,01	>0,01
Fósforo Total	mg/L	0,02	0,03	0,1	0,2	>0,2
Hierro Total	mg/L	0,15	0,74	1,1	1,47	>1,47
Nitrato	mg N/L	0,02	0,04	0,2	0,4	>0,4
Nitrito	mg N/L	0,002	0,003	0,01	0,02	>0,02
Nitrógeno Total	mg/L	0,1	0,2	0,6	1	>1
Ortofosfato	mg P/L	0,01	0,02	0,11	0,2	>0,2
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥10	≥9	≥7	≥5	<5
pH	-	6,5 - 8	6,5 – 8,5	6,3 – 8,7	6 - 9	<6, >9
Sól. Susp.Totales	mg/L	2	15	35	55	>55
Sulfato	mg/L	4	6	53	100	>100

Las clases de calidad asociadas a la protección de las aguas continentales superficiales para la protección y conservación de las comunidades acuáticas y para los usos prioritarios son las siguientes:

- Clase 1: Indica un agua de mejor calidad que la clase 1, que, por su extraordinaria pureza y escasez, forma parte única del patrimonio ambiental de la República. Esta calidad es adecuada también para la conservación de las comunidades acuáticas y demás usos definidos cuyos requerimientos de calidad sean inferiores a esta clase. (azul)
- Clase 2: Muy buena calidad. Indica un agua apta para la protección y conservación de las comunidades acuáticas, para el riego irrestricto y para los usos comprendidos en las clases 2 y 3. (verde)
- Clase 3: Buena calidad. Indica un agua apta para el desarrollo de la acuicultura, de la pesca deportiva y recreativa, y para los usos comprendidos en la clase 3. (amarillo)
- Clase 4: Regular calidad. Indica un agua adecuada para bebida de animales y para riego restringido. (naranja)

Las clases de calidad comprendidas entre la Clases 1 y 3, son aptas para la captación de agua para potabilizarla, dependiendo del tratamiento a utilizar. Las aguas que exceden los límites establecidos para la clase 4, indican un agua de mala calidad (clase 5), no adecuada para la conservación de las comunidades acuáticas ni para los usos prioritarios a los que se hace referencia anteriormente, sin perjuicio de su utilización en potabilización con tratamiento apropiado y/o para aprovechamiento industrial. (rojo)

### Aplicación de los Mapas de calidad 1994-2018

#### Aspectos metodológicos

El primer mapa de calidad de las aguas del río Biobío fue elaborado por Parra et al. (1993), utilizando como referencia la Norma de Calidad de Normandía, Italia, puesto no existía una norma chilena y menos para la cuenca del Biobío. Posteriormente se fueron ejecutando diversas publicaciones comparativas que utilizaron propuestas de normas, anteproyectos o guías según fuera el caso (Parra et al. 1994, 1998, 2013). Situación que se hace cada vez más compleja e inválida cada uno de los ejercicios anteriores. No obstante, existiendo un decreto de norma (D.S. N° 9/2015), este trabajo sigue el decreto y compara retrospectivamente, utilizando solo las 19 variables que propone.

Para facilitar esta comparación, es posible utilizar un Índice de Calidad de Aguas para el Biobío (ICA-BB), el cual, si bien es un reflejo macro de la información, son muy útiles para entender patrones históricos. Uno de los más utilizados es el propuesto por la NSF de Norteamérica en 1970, la cual ha sido descrita y modificada por Conesa (1997) y Pesce & Wunderlin (2000) y finalmente aplicada por Debels et al. 2005 en Chile Central, según:



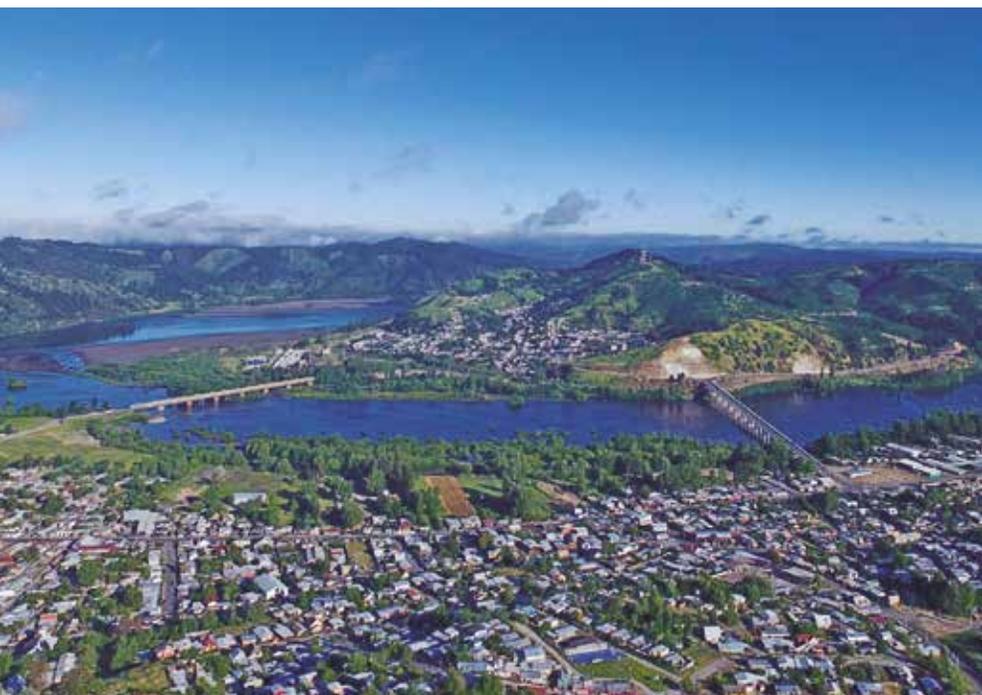
$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Dónde:  $n$  es el número total de variables consideradas en el cálculo del ICA.  $C_i$  es el valor asignado a cada variable  $i$  después de la normalización (valores normalizados 0-100, Tabla 3) y  $P_i$  es el peso relativo asignado a cada variable  $i$ . El peso relativo ( $P_i$ ) asignado a las variables está directamente relacionado con la importancia para la conservación de la vida acuática.

Originalmente este índice era para nueve variables, pero puede variar de acuerdo al conocimiento del sistema en estudio e importancia de las variables de acuerdo a las presiones de usos. En este caso, se usaron las variables propuestas en la NSCA-BB, los cuales fueron normalizados (0-100) de acuerdo a una ordenación previa de datos históricos ajustados a los rangos mínimos y máximos, además de la clases asignadas para esa variable según la Tabla 2, que nos permite definir los puntos de quiebre por clase. Los resultados obtenidos expresan la calidad del agua en términos porcentuales de una óptima condición, donde el 100% expresaría la mejor condición posible. Todos los resultados obtenidos para cada uno de los tramos estudiados, pueden ser asignados a una clase de calidad según la Tabla 4. Con esto se construyeron mapas de calidad cada dos años desde 1990 a la fecha, de modo de comparar los resultados históricos de los 30 años del PMBB.

Tabla 3. Variables utilizadas en el cálculo del ICA, valor de normalización ( $C_i$ ) y peso relativo ( $P_i$ ) para cada variable.

Variable	Peso relativo ( $P_i$ )	Factor Normalización ( $C_i$ )										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Aluminio	0,1	2,3	1,95	1,62	1,4	1,17	1	0,72	0,4	0,09	0,06	0,03
Amonio	0,13	0,125	0,11	0,09	0,075	0,06	0,045	0,03	0,025	0,02	0,011	<0,011
AOX	0,1	0,085	0,065	0,05	0,04	0,03	0,015	0,006	0,005	0,002	0,001	<0,001
Cloruro	0,07	170	133	100	76	54	30	7	3	2	1	<1
Coliformes fecales	0,16	21000	15000	10000	4500	1000	475	50	30	5	3	1
Conductividad	0,06	320	270	220	180	150	110	80	70	60	50	<50
DBO <sub>5</sub>	0,17	12	10	8	6,5	5	3,5	2	1,5	1	0,5	<0,5
DQO	0,17	40	30	20	18	15	13	10	7	3	2	<2
Fenoles Totales	0,1	0,014	0,012	0,01	0,008	0,007	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	<0,001
Fósforo Total	0,07	0,45	0,3	0,2	0,15	0,1	0,05	0,03	0,025	0,02	0,01	<0,01
Hierro Total	0,1	3	2,2	1,47	1,3	1,1	1	0,74	0,5	0,15	0,1	<0,1
Nitrato	0,07	1,25	0,7	0,4	0,3	0,2	0,1	0,04	0,03	0,02	0,01	<0,01
Nitrito	0,07	0,045	0,03	0,02	0,015	0,01	0,005	0,003	0,0025	0,002	0,001	<0,001
Nitrógeno Total	0,07	2,25	1,7	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,15	0,1	0,08	<0,08
Ortofosfato	0,12	0,34	0,27	0,2	0,16	0,11	0,06	0,02	0,015	0,01	0,005	<0,005
Oxígeno Disuelto	0,18	2,3	3,7	5	6	7	8	9	9,5	10	10,5	>10,5
pH	0,11	5,6 - 9,2	5,8 - 9,1	6,0 - 9,0	6,2 - 8,9	6,5 - 8,7	6,5 - 8,6	6,5 - 8,5	6,5 - 8,3	6,5 - 8,0	6,5 - 7,8	6,5 - 7,5
Sólidos Susp. Totales	0,07	170	80	55	45	35	25	15	10	2	1	<1
Sulfato	0,07	180	140	100	75	53	30	6	5	4	2	1



### Resultados comparativos: 30 años de monitoreo

Los resultados obtenidos muestran en términos generales, que la calidad del agua del río presenta una leve mejoría desde una condición mala a regular. Esta evolución histórica desde 1990 a la fecha, la resumimos en las tres estaciones de muestreo localizadas en la parte baja de la cuenca (BB7, BB11 y BB13, Figura 11), seleccionadas por que representan un efecto sumatorio de las presiones que recibe toda la cuenca del Biobío.

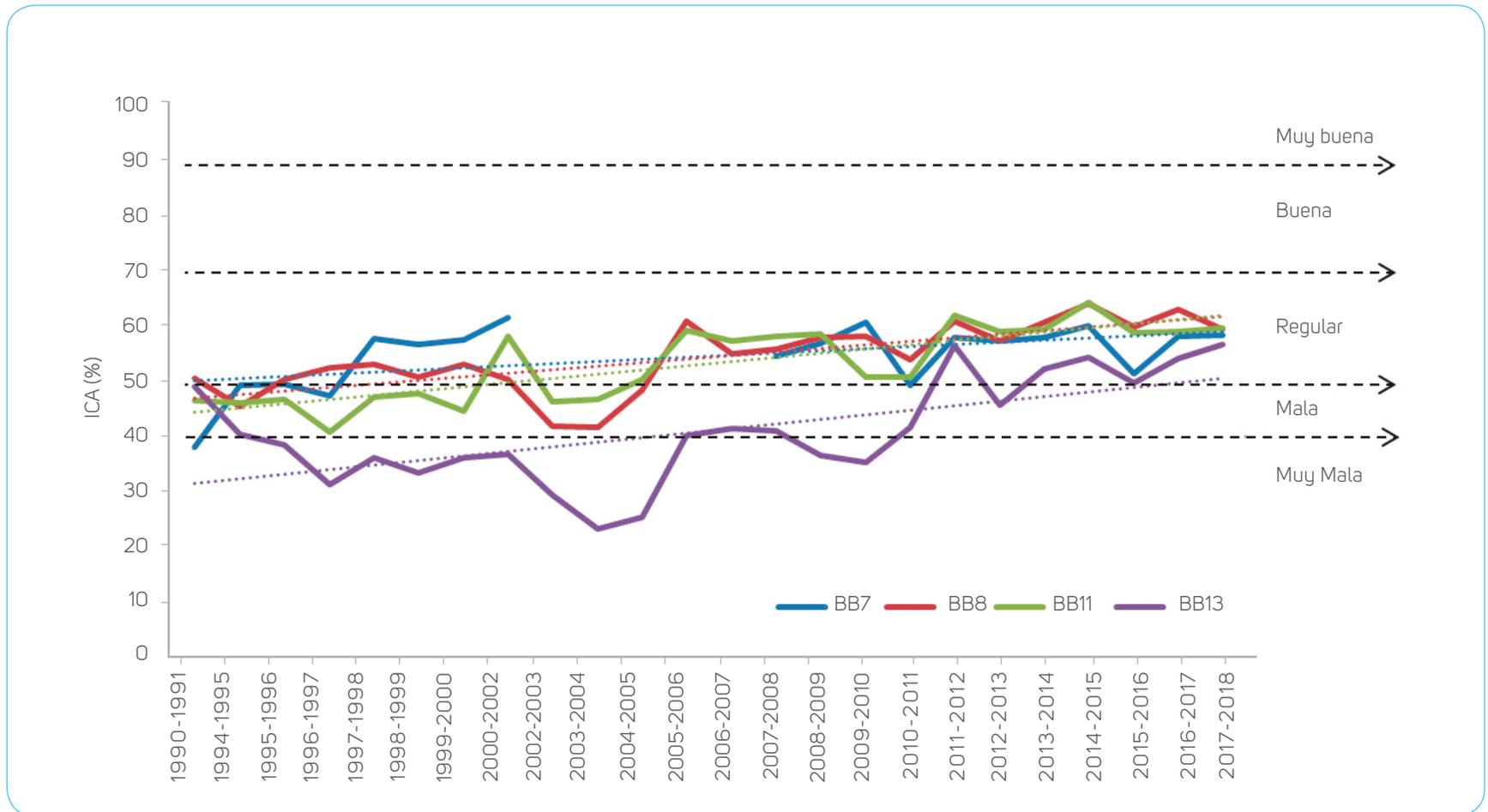
Esta misma información se resume en la Figura 12, donde se presenta la evolución de la calidad del agua desde los años 1990 a la fecha, sin embargo, claramente hay un cambio negativo desde una clase "muy buena" a "buena", a partir del año 2007 en el sector alto de cuenca, lo que evidencia los cambios de las nuevas presiones como son los cambios de un sector de rítrón (río de alta pendiente) a uno de características lacustres como son los embalses. Proyectos que han traído de la mano otras actividades en la parte alta de la cuenca.

Respecto a la parte media y baja se manifiesta una leve mejoría, que guarda relación con la variables que considera la norma, pues justamente se han realizado fuertes inversiones en plantas de tratamiento de aguas servidas para todos los centros urbanos, los que han disminuido los valores de Coliformes fecales, lo cual en conjunto con las mejoras tecnológicas de las industrias usuarias del agua de la cuenca, mejoran algunas variables claves como el oxígeno disuelto, que se expresa también en mejores valores de la demanda biológica de este elemento ( $DBO_5$ ).

Si bien, estos resultados muestran mejoras en algunas variables específicas (e.g. oxígeno), no significa que la calidad del agua sea tal, de hecho, las Tablas 5-10 muestran los resultados de aplicación de la norma desde su dictación (2015).

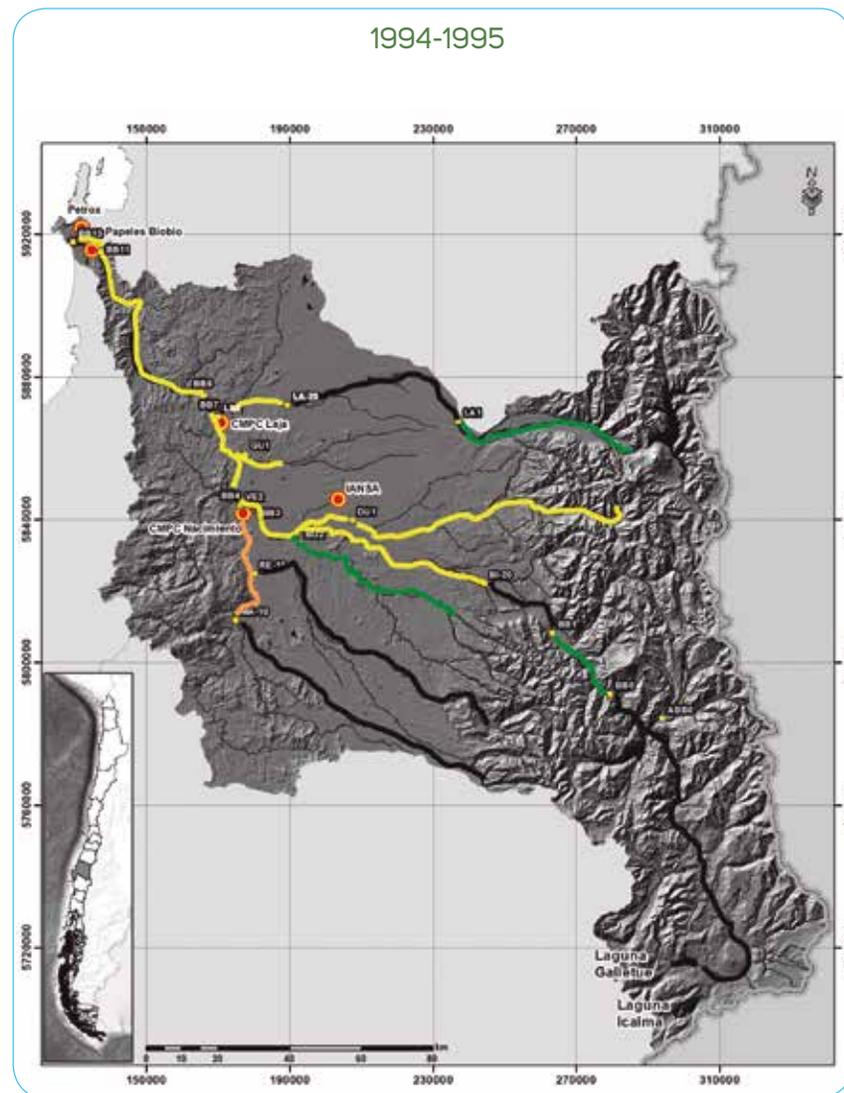
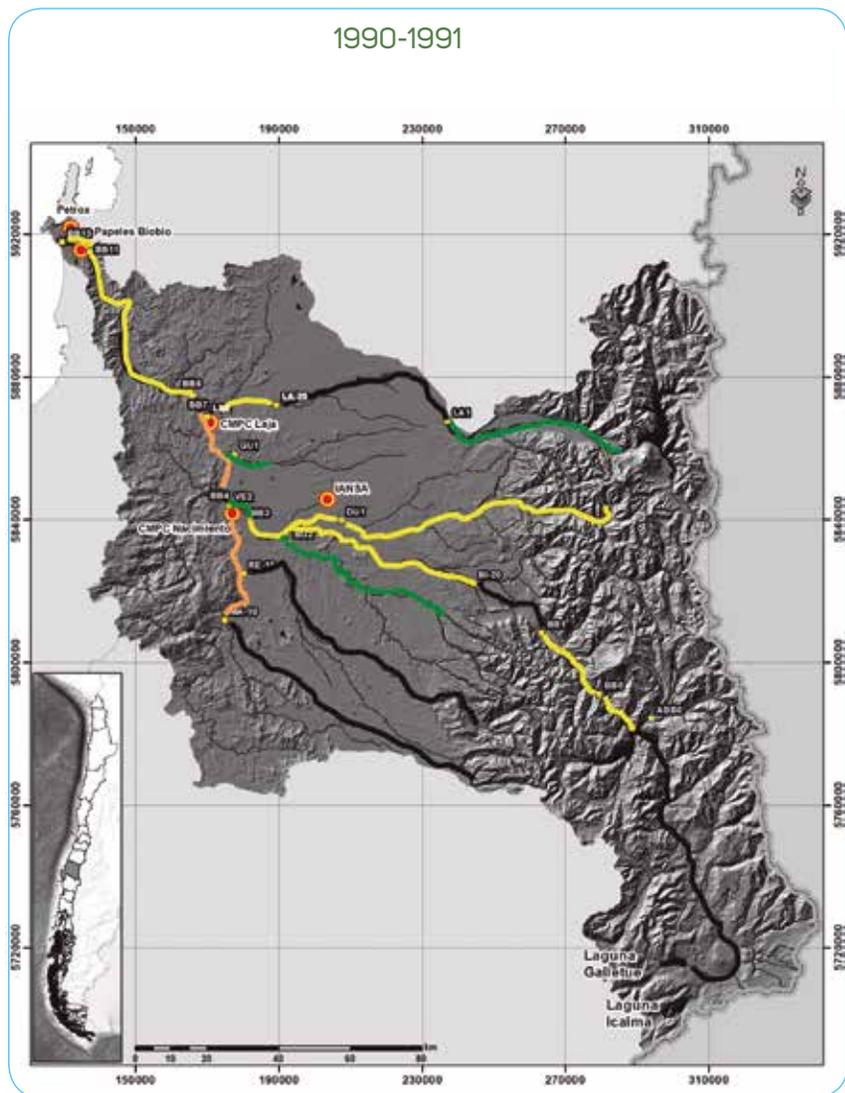
Tabla 4. Transformación de los porcentajes del ICA a clases de calidad ambiental.

Clase	Calidad	Rango (%)	Características ambientales	Color
I	Muy Buena	91-100	Excelente calidad	Azul
II	Buena	71-90	Calidad aceptable	Verde
III	Regular	51-70	Contaminada	Amarillo
IV	Mala	41-50	Fuertemente contaminada	Naranja
V	Muy Mala	0 - 40	Contaminada en exceso	Rojo

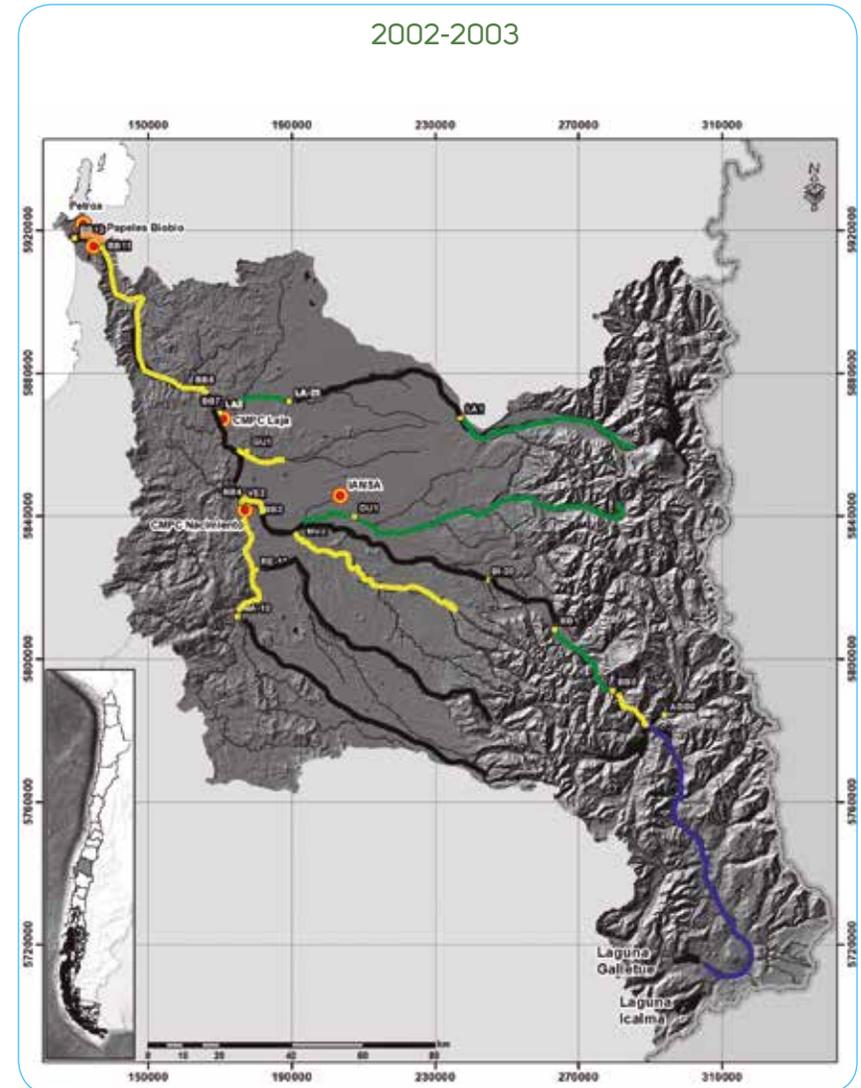
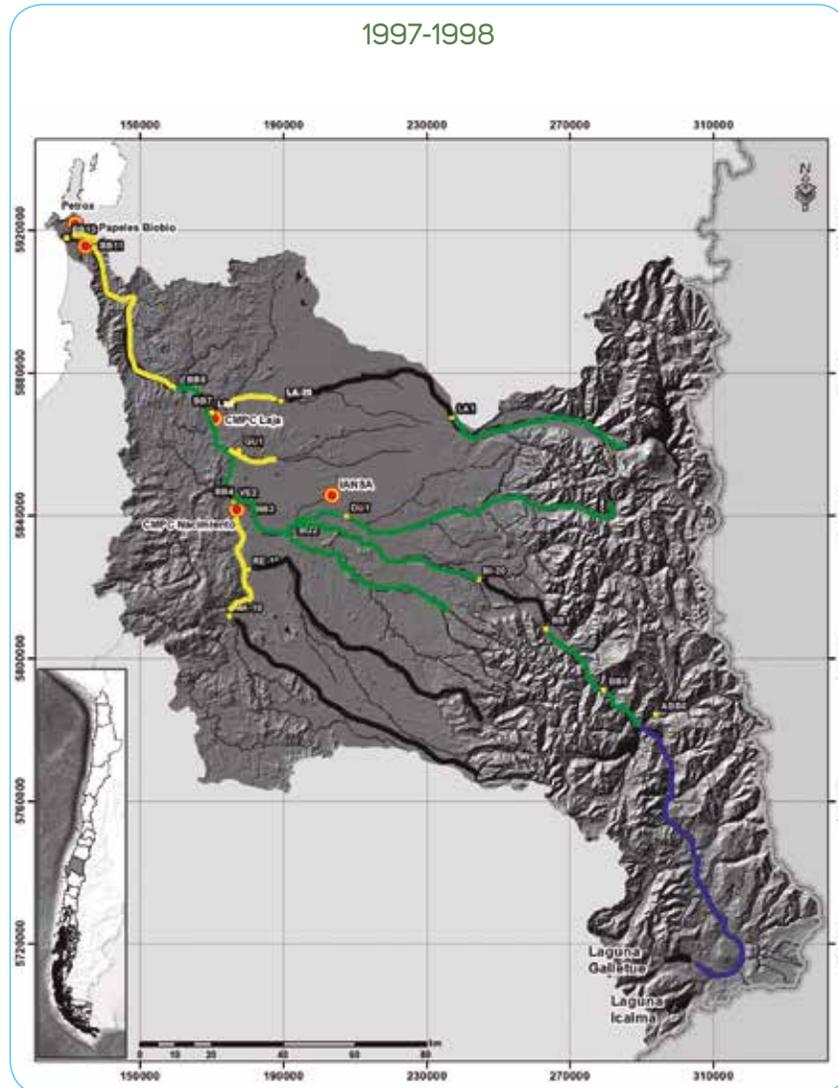


**Figura 11.**

Evolución histórica del ICA-BB en las estaciones ubicadas en la parte baja de la cuenca del Biobío (BB7: Sector aguas abajo de Quilacoya, BB8: Sector Santa Juana, BB11: Sector la Mochita Concepción, BB13: Sector desembocadura).

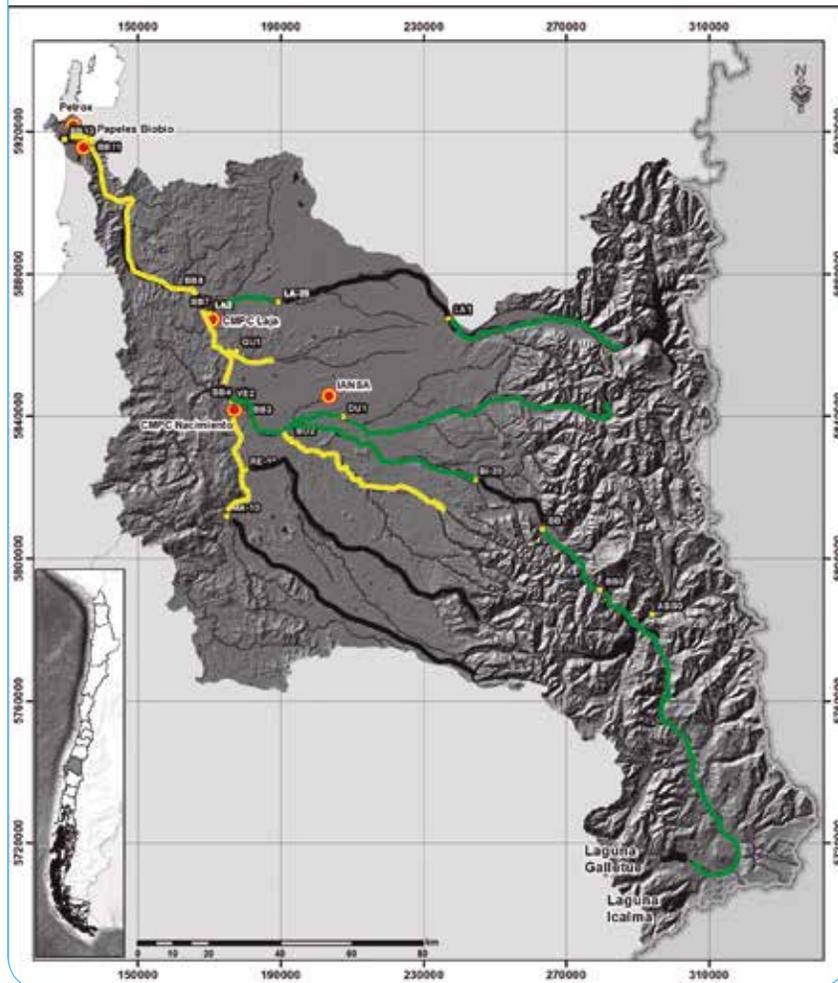


● Clase 1 ● Clase 2 ● Clase 3 ● Clase 4 ● Clase 5

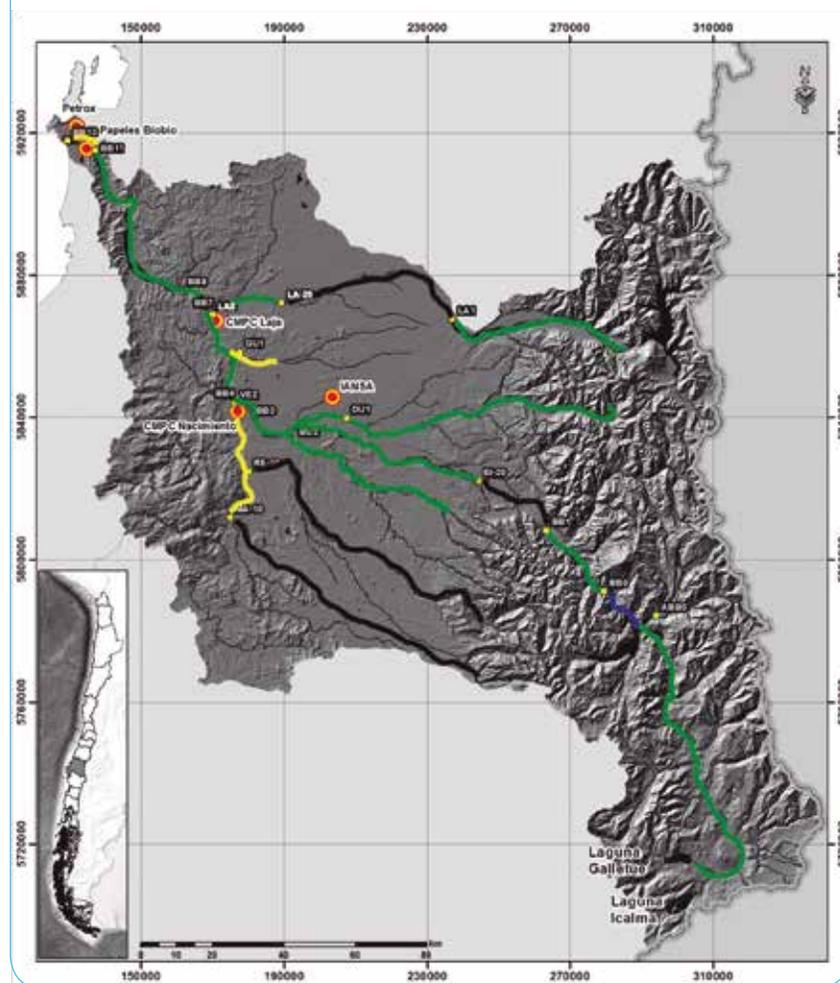


● Clase 1 ● Clase 2 ● Clase 3 ● Clase 4 ● Clase 5

2007-2008



2012-2013



- Clase 1
- Clase 2
- Clase 3
- Clase 4
- Clase 5



Tabla 5. Variables en excedencias según las exigencias de la NSCA-BB (D.S. N° 9/2015 MMA), para el curso principal en dos años consecutivos (2015-2016).

Variable	Unidad	Norma	BI-20	BBO	BB1	BI-20	BI-30	BB3	BB4	BI-40	BB7	BB8	BI-50	BB11	BI-60	BB13
Aluminio Total	mg/L	Promedio	0,4	0,06	0,06	0,07	0,4	0,06	0,06	0,5	0,06	0,06	0,7	0,06	0,4	0,062
Amonio	mg N/L	Percentil 85	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,09
Comp. Org Halog. (AOX)	mg/L	Percentil 85	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,18
Cloruro*	mg/L	Percentil 85	7,0	-	-	4,1	7,0	-	7,5	8,0	-	18,3	8,0	16,0	-	22,1
Colif. Fecales	NMP/100ml	Percentil 85	50	2,3	1,8	17,5	500,0	160,7	83,7	500,0	1150,8	98,5	1000,0	2097,3	1000,0	6583,3
Conductividad	µS/cm	Percentil 85	90,0	86,7	74,0	66,5	150,0	73,4	94,4	150,0	98,5	100,0	150,0	125,3	-	680,2
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Percentil 85	2,0	1,4	1,5	1,7	2,0	1,6	1,7	2,0	3,5	1,8	2,0	1,2	2,0	1,4
DQO	mg/L	Percentil 85	5,0	3,3	4,1	3,6	8,0	6,5	9,1	8,0	14,2	9,8	5,0	7,7	7,0	9,1
Fosforo Total	mg/L	Promedio	0,02	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,05	0,08	0,07	0,09
Hierro Total*	mg/L	Promedio	0,3	-	-	0,03	0,3	-	0,05	0,5	-	0,06	0,7	0,09	0,3	0,03
Índice Fenol	mg/L	Percentil 85	0,004	0,002	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,004	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,002
Nitrato	mg N/L	Promedio	0,03	0,05	0,02	0,015	0,15	0,12	0,14	0,15	0,20	0,17	0,15	0,17	0,20	0,19
Nitrito	mg N/L	Percentil 85	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,01	0,003
Nitrógeno total	mg/L	Promedio	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Ortofosfato*	mg/L	Promedio	0,01	-	-	0,12	0,01	-	0,02	0,02	-	0,03	0,02	0,05	0,1	0,08
Oxígeno Disuelto	mg/L	Percentil 15	10,0	10,5	10,4	10,2	9,0	10,2	9,5	9,0	8,9	9,1	8,7	9,8	8,7	9,3
pH		Percentil 15	6,5-8,5	7,1	7,1	7,2	6,5-8,5	7,3	7,2	6,5-8,5	7,1	7,3	6,5-8,5	7,4	6,5-8,5	7,1
Sol. Susp. totales	mg/L	Promedio	4,0	2,3	1,5	1,2	7,0	4,2	5,1	8,0	5,0	7,6	9,0	7,1	8,0	6,4
Sulfatos	mg/L	Percentil 85	6,0	-	-	7,5	6,0	-	16,3	14,0	-	18,3	14,0	16,0	-	22,1

Tabla 6. Variables en excedencias según las exigencias de la NSCA-BB (D.S. N° 9/2015 MMA), para el curso principal en dos años consecutivos (2016-2017).

Variable	Unidad	Norma	BI-20	BBO	BB1	BI-20	BI-30	BB3	BB4	BI-40	BB7	BB8	BI-50	BB11	BI-60	BB13
Aluminio Total	mg/L	Promedio	0,4	0,05	0,05	0,05	0,4	0,05	0,06	0,5	0,13	0,19	0,7	0,29	0,4	0,31
Amonio	mg N/L	Percentil 85	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
Comp. Org. Halog. (AOX)	mg/L	Percentil 85	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,04
Cloruro*	mg/L	Percentil 85	7,0	2,3	4,3	3,9	7,0	2,4	7,0	8,0	3,1	6,8	8,0	6,1	-	-
Colif. Fecales	NMP/100ml	Percentil 85	50	3,6	1,8	4,3	500,0	33,0	9,3	500,0	3250,0	201,0	1000,0	3459,8	1000,0	7008,3
Conductividad	µS/cm	Percentil 85	90,0	70,8	73,6	71,7	150,0	73,9	92,2	150,0	98,2	99,9	150,0	110,3	-	160,0
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Percentil 85	2,0	1,3	1,7	1,7	2,0	1,5	1,4	2,0	3,4	1,3	2,0	1,2	2,0	1,3
DQO	mg/L	Percentil 85	5,0	4,3	5,0	5,5	8,0	6,5	10,0	8,0	12,8	9,0	5,0	8,3	7,0	7,3
Fosforo Total	mg/L	Promedio	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,07	0,06
Hierro Total*	mg/L	Promedio	0,3	0,07	0,09	0,07	0,3	0,09	0,12	0,5	0,38	0,38	0,7	0,59	0,3	0,79
Índice Fenol	mg/L	Percentil 85	0,004	0,002	0,001	0,002	0,005	0,002	0,003	0,004	0,004	0,003	0,004	0,003	0,004	0,002
Nitrato	mg N/L	Promedio	0,03	0,05	0,01	0,006	0,15	0,13	0,15	0,15	0,17	0,18	0,15	0,16	0,20	0,15
Nitrito	mg N/L	Percentil 85	0,002	0,005	0,005	0,005	0,003	0,005	0,005	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005	0,01	0,005
Nitrógeno total	mg/L	Promedio	0,2	0,14	0,10	0,07	0,2	0,29	0,33	0,3	0,35	0,33	0,3	0,31	0,3	0,29
Ortofosfato*	mg/L	Promedio	0,01	0,04	0,04	0,03	0,01	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04	0,02	0,05	0,1	0,05
Oxígeno Disuelto	mg/L	Percentil 15	10,0	10,3	10,3	10,4	9,0	9,6	9,7	9,0	9,0	8,3	8,7	9,8	8,7	9,7
pH		Percentil 15	6,5-8,5	7,0	6,9	7,1	6,5-8,5	7,0	6,8	6,5-8,5	7,0	7,3	6,5-8,5	7,0	6,5-8,5	7,1
Sol. Susp. totales	mg/L	Promedio	4,0	3,7	1,7	2,1	7,0	2,4	3,0	8,0	5,7	7,5	9,0	7,0	8,0	6,3
Sulfatos	mg/L	Percentil 85	6,0	8,0	4,6	4,4	6,0	5,6	18,0	14,0	7,4	17,4	14,0	26,9	-	

Tabla 7. Variables en excedencias según las exigencias de la NSCA-BB (D.S. N° 9/2015 MMA), para el curso principal en dos años consecutivos (2017-2018).

Variable	Unidad	Norma	BI-20	BBO	BB1	BI-20	BI-30	BB3	BB4	BI-40	BB7	BB8	BI-50	BB11	BI-60	BB13
Aluminio Total	mg/L	Promedio	0,4	0,15	0,06	0,19	0,4	0,08	0,09	0,5	0,20	0,38	0,7	0,37	0,4	0,41
Amonio	mg N/L	Percentil 85	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,06	0,02
Comp. Org. Halog. (AOX)	mg/L	Percentil 85	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
Cloruro*	mg/L	Percentil 85	7,0	5,9	3,4	2,9	7,0	3,6	4,6	8,0	3,9	4,1	8,0	4,0	-	0,02
Colif. Fecales	NMP/100ml	Percentil 85	50	4	2	8	500,0	11	12	500,0	5832	173	1000,0	2220	1000,0	5733
Conductividad	µS/cm	Percentil 85	90,0	85,9	74,8	94,8	150,0	103,0	128,7	150,0	109,1	108,6	150,0	109,7	-	128,6
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Percentil 85	2,0	1,7	1,9	1,5	2,0	1,2	1,2	2,0	1,3	1,4	2,0	1,1	2,0	1,3
DQO	mg/L	Percentil 85	5,0	12,3	8,0	8,0	8,0	8,3	9,3	8,0	9,3	10,0	5,0	9,3	7,0	10,0
Fosforo Total	mg/L	Promedio	0,02	0,09	0,04	0,10	0,04	0,02	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05
Hierro Total*	mg/L	Promedio	0,3	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,5	0,3	0,4	0,7	0,4	0,3	0,6
Índice Fenol	mg/L	Percentil 85	0,004	0,002	0,001	0,002	0,005	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,002
Nitrato	mg N/L	Promedio	0,03	0,04	0,01	0,01	0,15	0,18	0,13	0,15	0,17	0,23	0,15	0,29	0,20	0,35
Nitrito	mg N/L	Percentil 85	0,002	0,005	0,005	0,005	0,003	0,005	0,005	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005	0,01	0,037
Nitrógeno total	mg/L	Promedio	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
Ortofosfato*	mg/L	Promedio	0,01	0,03	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,1	0,04
Oxígeno Disuelto	mg/L	Percentil 15	10,0	10,3	10,3	10,3	9,0	10,0	9,7	9,0	9,3	8,8	8,7	9,6	8,7	9,6
pH		Percentil 15	6,5-8,5	6,8	6,9	6,8	6,5-8,5	7,0	7,0	6,5-8,5	7,2	7,2	6,5-8,5	7,0	6,5-8,5	6,8
Sol. Susp. totales	mg/L	Promedio	4,0	3,6	1,5	2,2	7,0	2,2	3,1	8,0	4,0	6,4	9,0	6,9	8,0	3,0
Sulfatos	mg/L	Percentil 85	6,0	8,6	5,9	6,5	6,0	7,7	11,5	14,0	9,1	9,9	14,0	9,7	-	3,5

Tabla 8. Variables en excedencias según las exigencias de la NSCA-BB (D.S. N° 9/2015 MMA), para los principales afluentes en dos años consecutivos (2015-2016).

Variable	Unidad	Norma	BU-10	BU2	DU-10	DU1	GU-10	GU1	LA-20	LA1	LA-20	LA-30	LA2	MA-10	MA-10	RE-10	RE-10	VE-10	VE2
Aluminio	mg/L	Promedio	0,4	0,06	0,4	0,06		0,06	0,4	0,06	0,06	0,4	0,08	0,4	0,13	0,4	0,10	0,4	0,08
Amonio	mg N/L	Percentil 85	0,02	0,03	0,03	0,02		0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05
Comp. Org. Halog. (AOX)	mg/L	Percentil 85	0,01	0,010	0,02	0,010		0,011	0,006	0,010	0,010	0,01	0,011	0,002	0,010	0,002	0,010	0,03	0,013
Cloruro*	mg/L	Percentil 85	4,0	3,4	4,0	3,2		-	3,0	-	1,6	3,0	2,0	4,0	3,2	5,0	3,5	6,0	4,2
Colif. Fecales	NMP/100ml	Percentil 85	1000,0	382,5	1000,0	1090,0		1342,5	50,0	36,3	39,4	500,0	282,5	50,0	121,8	50,0	24,5	500,0	208,3
Conductividad	µS/cm	Percentil 85	80,0	87,1	120,0	83,3		117,9	95,0	59,9	72,4	150,0	83,0	60,0	64,2	60,0	54,1	80,0	73,3
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Percentil 85	2,0	1,4	2,0	1,2		1,6	2,0	1,6	1,4	2,0	1,6	2,0	1,1	2,0	1,6	2,0	1,4
DQO	mg/L	Percentil 85	9,0	5,9	6,0	5,9		9,7	3,0	5,1	3,4	8,0	6,9	6,0	6,7	7,0	5,0	10,0	8,0
Fosforo Total	mg/L	Promedio	0,05	0,05	0,05	0,05		0,12	0,02	0,04	0,06	0,1	0,05	0,03	0,06	0,02	0,05	0,06	0,09
Hierro Total*	mg/L	Promedio	0,3	0,13	0,4	0,13		-	0,3	-	0,03	0,3	0,07	0,3	0,16	0,04	0,11	0,4	0,08
Índice Fenol	mg/L	Percentil 85	0,003	0,001	0,003	0,002		0,001	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,001
Nitrato	mg N/L	Promedio	0,2	0,20	0,2	0,44		0,73	0,03	0,02	0,08	0,15	0,15	0,04	0,27	0,03	0,13	0,20	0,24
Nitrito	mg N/L	Percentil 85	0,006	0,003	0,003	0,003		0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,01	0,019
Nitrógeno total	mg/L	Promedio	0,4	0,4	0,6	0,7		1,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,1	0,3	0,4	0,6
Ortofosfato*	mg/L	Promedio	0,02	0,01	0,01	0,05		-	0,02	-	0,04	0,02	0,06	0,01	0,03	0,01	0,01	0,05	0,04
Oxígeno Disuelto	mg/L	Percentil 15	9,0	10,3	9,0	9,8		9,2	8,7	9,9	9,8	8,7	8,6	10,0	10,0	9,0	10,4	9,0	9,7
pH		Percentil 15	6,5-8,5	7,1	6,5-8,5	7,0		7,0	6,5-8,5	6,8	7,3	6,5-8,5	7,2	6,5-8,5	7,2	6,5-8,5	7,3	6,5-8,5	6,7
Sol. Susp. totales	mg/L	Promedio	10,0	7,5	5,0	2,8		7,0	2,0	1,4	1,0	5,0	4,4	5,0	2,1	5,0	1,8	6,0	5,0
Sulfatos	mg/L	Percentil 85	5,0	4,1	5,0	4,5		-	6,0	-	5,0	6,0	5,0	5,0	3,4	5,0	3,6	10,0	4,4

Tabla 9. Variables en excedencias según las exigencias de la NSCA-BB (D.S. N° 9/2015 MMA), para los principales afluentes en dos años consecutivos (2016-2017).

Variable	Unidad	Norma	BU-10	BU2	DU-10	DU1	GU-10	GU1	LA-20	LA1	LA-20	LA-30	LA2	MA-10	MA-10	RE-10	RE-10	VE-10	VE2
Aluminio	mg/L	Promedio	0,4	0,1	0,4	0,4		0,5	0,4	0,1	0,1	0,4	0,1	0,4	1,0	0,4	0,2	0,4	0,1
Amonio	mg N/L	Percentil 85	0,02	0,03	0,03	0,02		0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05
Comp. Org. Halog. (AOX)	mg/L	Percentil 85	0,01	0,01	0,02	0,01		0,01	0,006	0,01	0,01	0,01	0,01	0,002	0,01	0,002	0,01	0,03	0,01
Cloruro*	mg/L	Percentil 85	4,0	3,4	4,0	3,0		4,2	3,0	1,2	1,4	3,0	1,9	4,0	3,2	5,0	3,5	6,0	4,1
Colif. Fecales	NMP/100ml	Percentil 85	1000,0	234,8	1000,0	822,5		5500,0	50,0	7,6	3,3	500,0	1345,0	50,0	5182,0	50,0	124,1	500,0	454,7
Conductividad	µS/cm	Percentil 85	80,0	78,4	120,0	98,2		155,6	95,0	81,1	95,4	150,0	103,5	60,0	82,5	60,0	67,7	80,0	77,7
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Percentil 85	2,0	1,3	2,0	1,4		2,6	2,0	1,2	1,1	2,0	1,2	2,0	1,3	2,0	1,2	2,0	1,5
DQO	mg/L	Percentil 85	9,0	5,3	6,0	6,8		13,5	3,0	4,5	4,8	8,0	5,8	6,0	8,8	7,0	7,1	10,0	9,5
Fosforo Total	mg/L	Promedio	0,05	0,03	0,05	0,05		0,10	0,02	0,03	0,04	0,1	0,06	0,03	0,07	0,02	0,03	0,06	0,06
Hierro Total*	mg/L	Promedio	0,3	0,3	0,4	0,7		1,8	0,3	0,4	0,1	0,3	0,2	0,3	1,3	0,04	0,3	0,4	0,3
Índice Fenol	mg/L	Percentil 85	0,003	0,002	0,003	0,004		0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,004	0,003
Nitrato	mg N/L	Promedio	0,2	0,24	0,2	0,44		0,83	0,03	0,03	0,02	0,15	0,13	0,04	0,18	0,03	0,09	0,20	0,24
Nitrito	mg N/L	Percentil 85	0,006	0,005	0,003	0,005		0,005	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,01	0,016
Nitrógeno total	mg/L	Promedio	0,4	0,4	0,6	0,6		1,4	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,4	0,1	0,3	0,4	0,5
Ortofosfato*	mg/L	Promedio	0,02	0,04	0,01	0,04		0,07	0,02	0,04	0,04	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	0,04	0,05	0,04
Oxígeno Disuelto	mg/L	Percentil 15	9,0	9,7	9,0	9,9		9,2	8,7	10,1	9,8	8,7	8,1	10,0	9,9	9,0	10,1	9,0	9,6
pH		Percentil 15	6,5-8,5	6,9	6,5-8,5	7,0		7,0	6,5-8,5	6,7	7,2	6,5-8,5	7,2	6,5-8,5	7,1	6,5-8,5	7,1	6,5-8,5	6,7
Sol. Susp. totales	mg/L	Promedio	10,0	5,6	5,0	4,6		13,2	2,0	2,1	1,5	5,0	4,1	5,0	18,4	5,0	2,5	6,0	4,1
Sulfatos	mg/L	Percentil 85	5,0	4,4	5,0	4,1		6,5	6,0	5,1	4,8	6,0	5,0	5,0	3,3	5,0	3,6	10,0	4,4

Tabla 10. Variables en excedencias según las exigencias de la NSCA-BB (D.S. N° 9/2015 MMA), para los principales afluentes en dos años consecutivos (2017-2018).

Variable	Unidad	Norma	BU-10	BU2	DU-10	DU1	GU-10	GU1	LA-20	LA1	LA-20	LA-30	LA2	MA-10	MA-10	RE-10	RE-10	VE-10	VE2
Aluminio	mg/L	Promedio	0,4	0,1	0,4	0,4		0,6	0,4	0,4	0,2	0,4	0,1	0,4	0,6	0,4	0,2	0,4	0,2
Amonio	mg N/L	Percentil 85	0,02	0,02	0,03	0,02		0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02
Comp. Org. Halog. (AOX)	mg/L	Percentil 85	0,01	0,01	0,02	0,01		0,01	0,006	0,02	0,01	0,01	0,01	0,002	0,01	0,002	0,01	0,03	0,01
Cloruro*	mg/L	Percentil 85	4,0	2,5	4,0	3,0		4,1	3,0	1,4	1,8	3,0	1,9	4,0	2,7	5,0	2,2	6,0	2,8
Colif. Fecales	NMP/100ml	Percentil 85	1000,0	17	1000,0	1143		3618	50,0	8	13	500,0	1159	50,0	3364	50,0	115	500,0	344
Conductividad	µS/cm	Percentil 85	80,0	98,2	120,0	111,6		160,0	95,0	88,9	120,9	150,0	128,2	60,0	96,5	60,0	80,2	80,0	96,5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Percentil 85	2,0	1,0	2,0	1,4		1,4	2,0	1,4	1,1	2,0	1,1	2,0	1,4	2,0	1,1	2,0	1,4
DQO	mg/L	Percentil 85	9,0	8,3	6,0	9,0		15,8	3,0	6,5	7,2	8,0	8,0	6,0	10,0	7,0	8,8	10,0	9,3
Fosforo Total	mg/L	Promedio	0,05	0,02	0,05	0,04		0,12	0,02	0,02	0,04	0,1	0,05	0,03	0,05	0,02	0,03	0,06	0,03
Hierro Total*	mg/L	Promedio	0,3	0,3	0,4	0,5		1,0	0,3	0,4	0,1	0,3	0,1	0,3	0,8	0,04	0,4	0,4	0,4
Índice Fenol	mg/L	Percentil 85	0,003	0,002	0,003	0,004		0,003	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,004	0,003
Nitrato	mg N/L	Promedio	0,2	0,23	0,2	0,54		0,96	0,03	0,03	0,05	0,15	0,09	0,04	0,24	0,03	0,14	0,20	0,18
Nitrito	mg N/L	Percentil 85	0,006	0,005	0,003	0,005		0,005	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,002	0,005	0,01	0,005
Nitrógeno total	mg/L	Promedio	0,4	0,4	0,6	0,7		1,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,1	0,3	0,4	0,3
Ortofosfato*	mg/L	Promedio	0,02	0,03	0,01	0,03		0,07	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,03	0,05	0,03
Oxígeno Disuelto	mg/L	Percentil 15	9,0	10,1	9,0	10,3		9,5	8,7	10,3	9,9	8,7	8,8	10,0	9,4	9,0	9,9	9,0	9,4
pH		Percentil 15	6,5-8,5	6,9	6,5-8,5	6,8		6,7	6,5-8,5	6,6	7,4	6,5-8,5	7,2	6,5-8,5	7,1	6,5-8,5	6,8	6,5-8,5	6,8
Sol. Susp. totales	mg/L	Promedio	10,0	2,9	5,0	3,9		15,0	2,0	1,8	1,3	5,0	3,4	5,0	14,2	5,0	2,6	6,0	4,0
Sulfatos	mg/L	Percentil 85	5,0	3,6	5,0	4,3		7,3	6,0	5,9	5,4	6,0	5,8	5,0	2,5	5,0	2,1	10,0	2,8

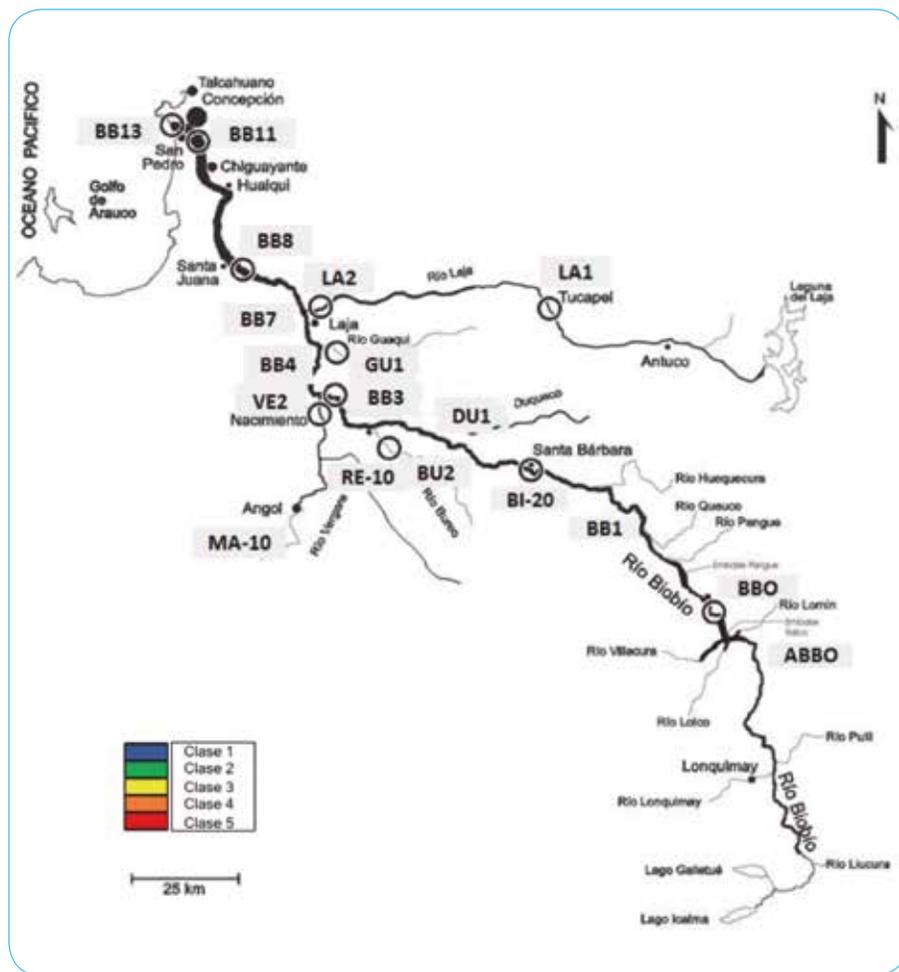
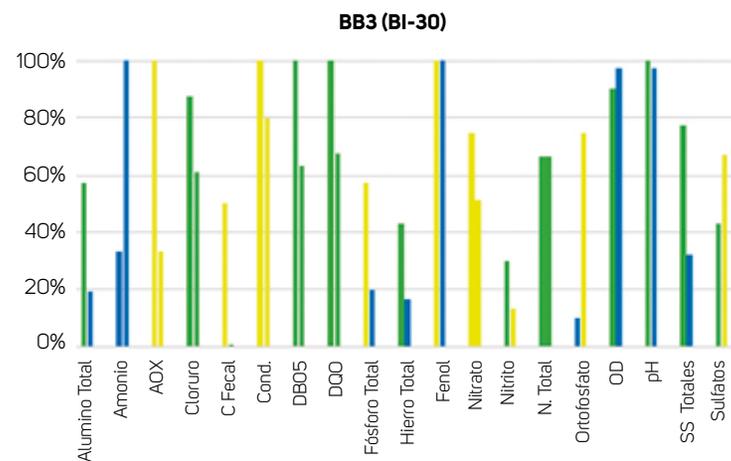
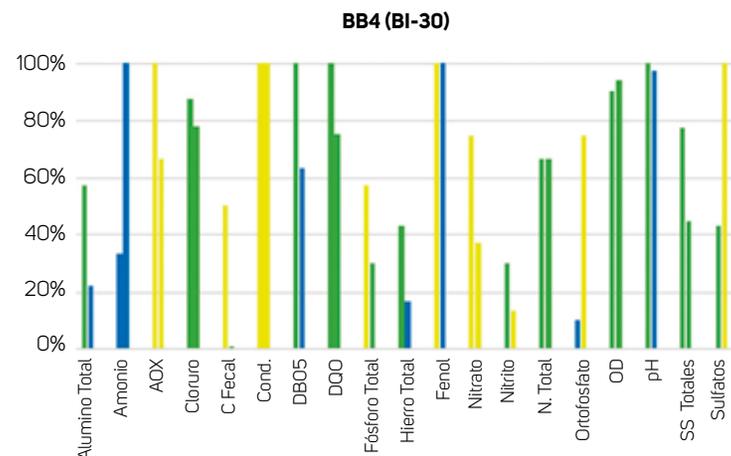
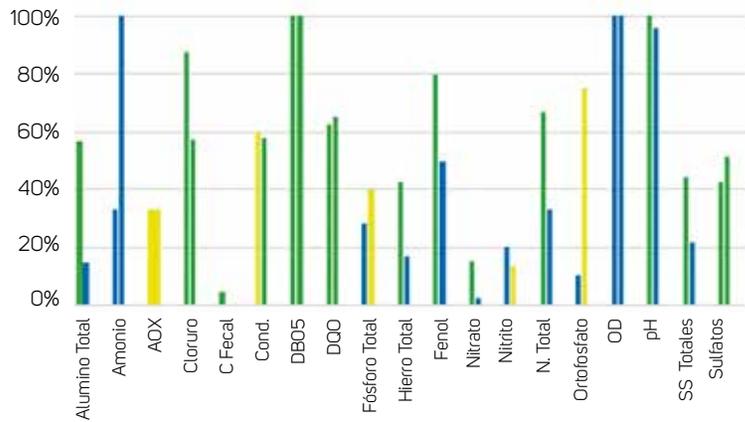


Figura 13.

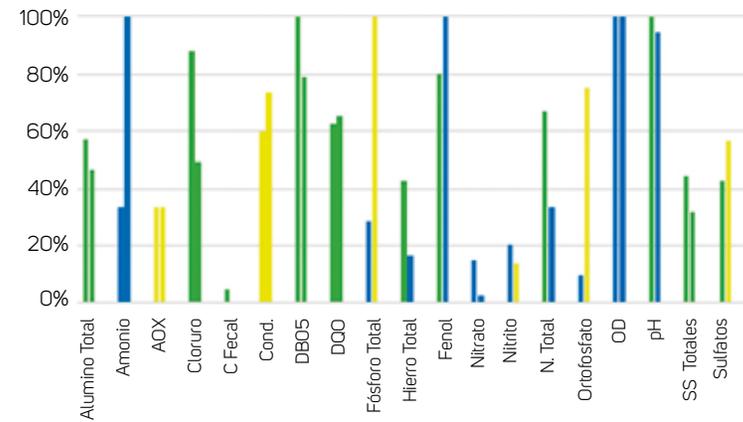
Mapa de calidad del agua para las estaciones localizadas en el curso principal del río Biobío para los años 2017-2018. La primera barra representa la clase de calidad según la NSCA-BB, y la segunda la clase obtenida. La altura de cada barra indica el valor de la variable, relativo al máximo registrado en todas las estaciones.



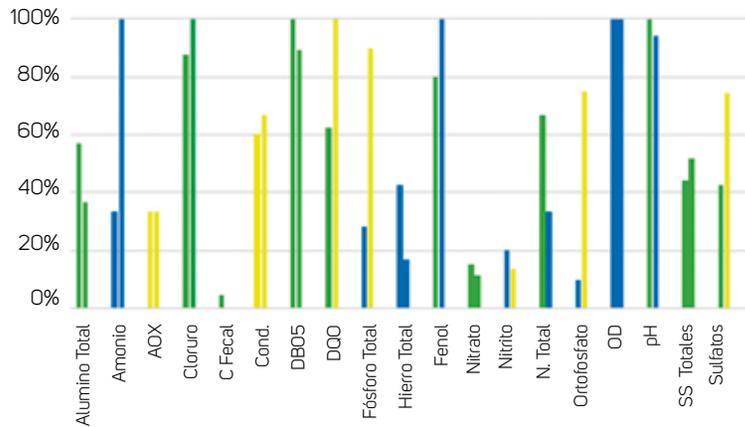
**BB1 (BI-20)**



**BI -20**



**BBO (BI-20)**



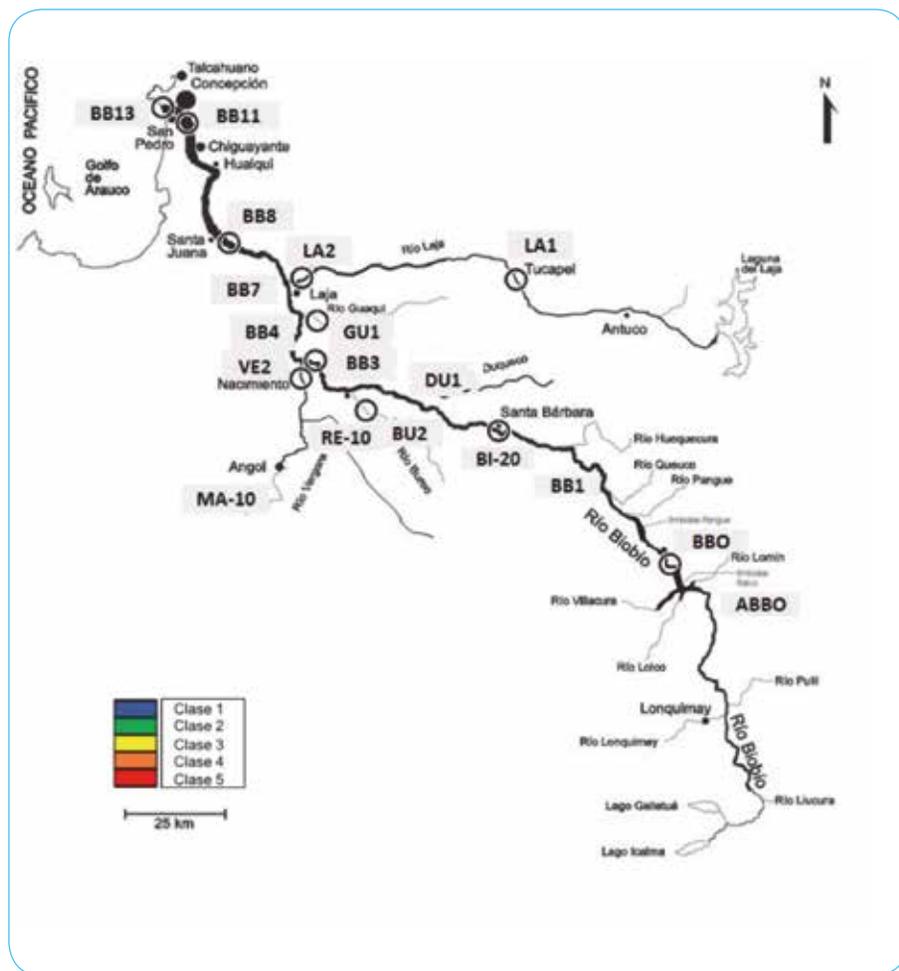
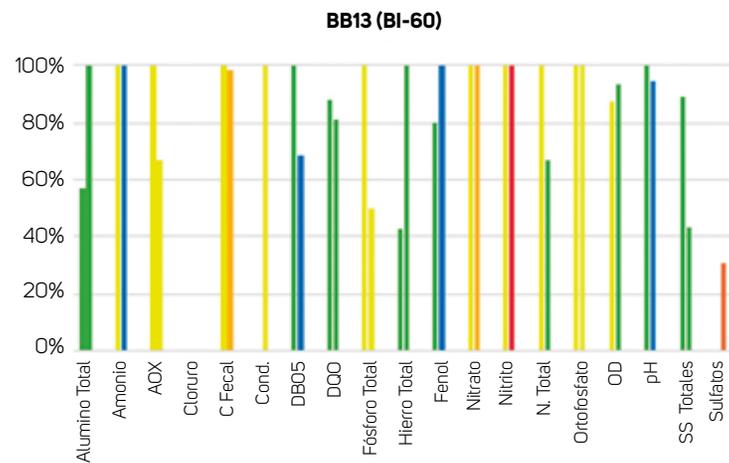
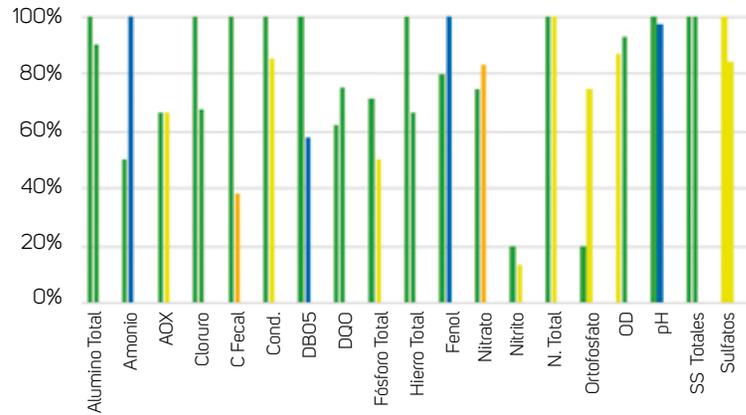


Figura 14.

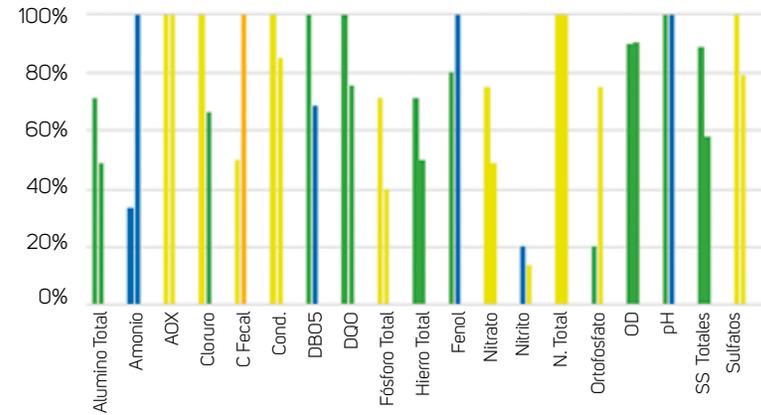
Mapa de calidad del agua para las estaciones localizadas en el curso principal del río Biobío para los años 2017-2018. La primera barra representa la clase de calidad según la NSCA-BB, y la segunda la clase obtenida. La altura de cada barra indica el valor de la variable, relativo al máximo registrado en todas las estaciones.



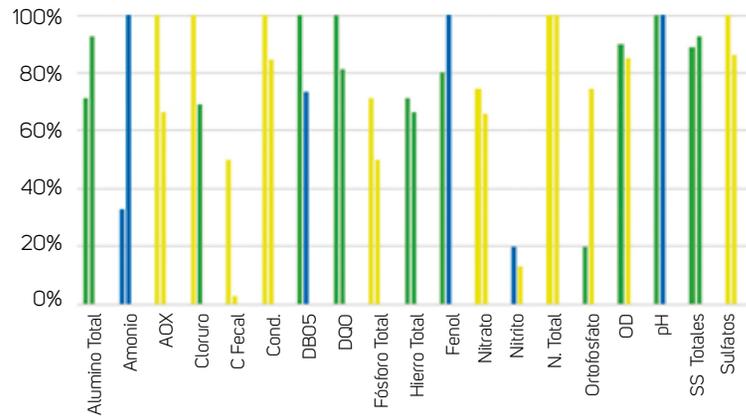
**BB11 (BI-50)**



**BB7 (BI-40)**



**BB8 (BI-40)**



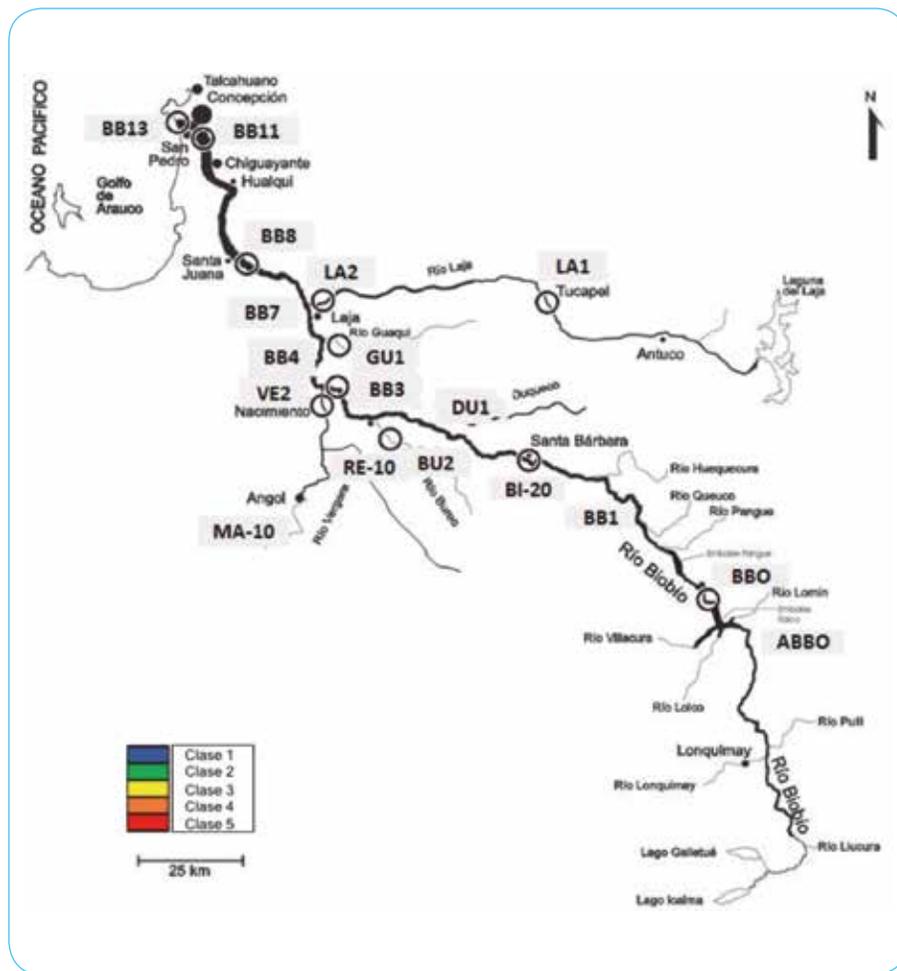
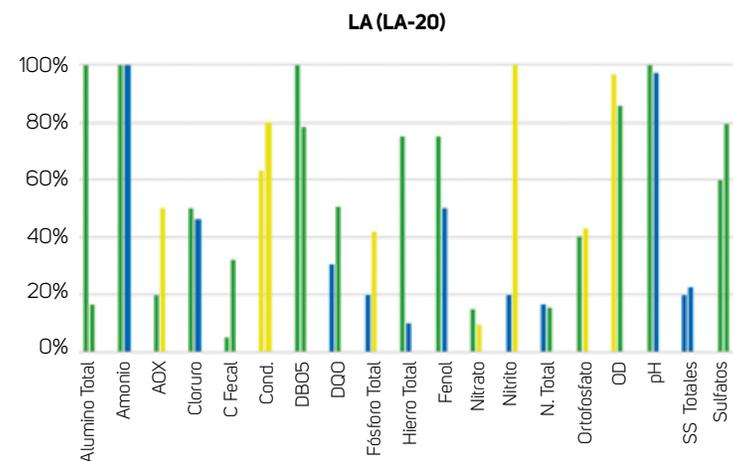
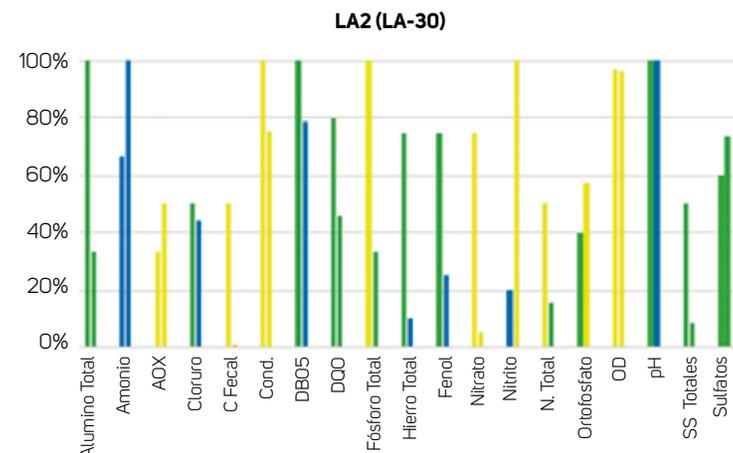
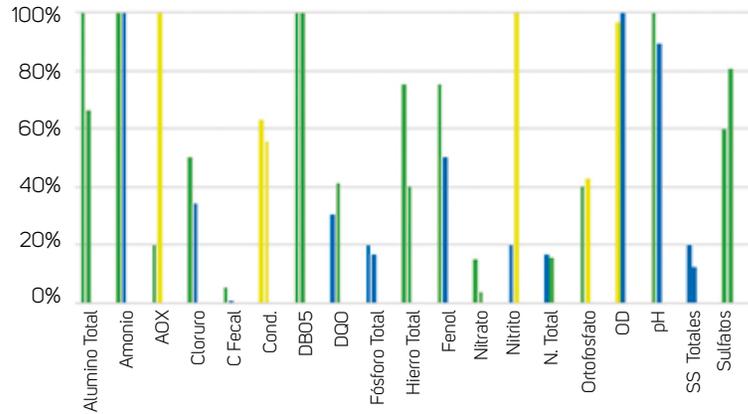


Figura 15.

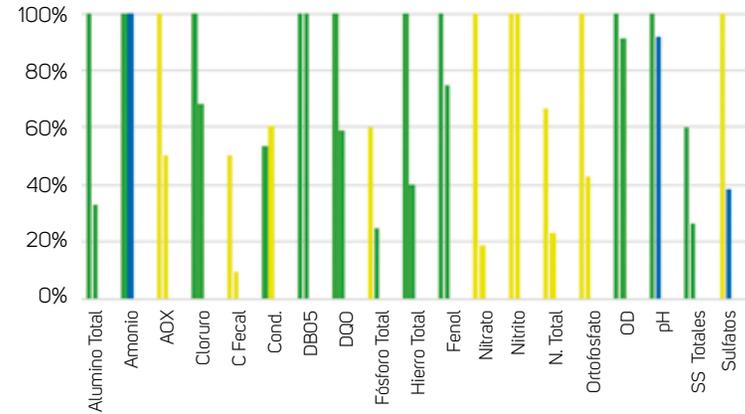
Mapa de calidad del agua para las estaciones localizadas en los principales tributarios, para los años 2017-2018. La primera barra representa la clase de calidad según la NSCA-BB, y la segunda la clase obtenida. La altura de cada barra indica el valor de la variable, relativo al máximo registrado en todas las estaciones.



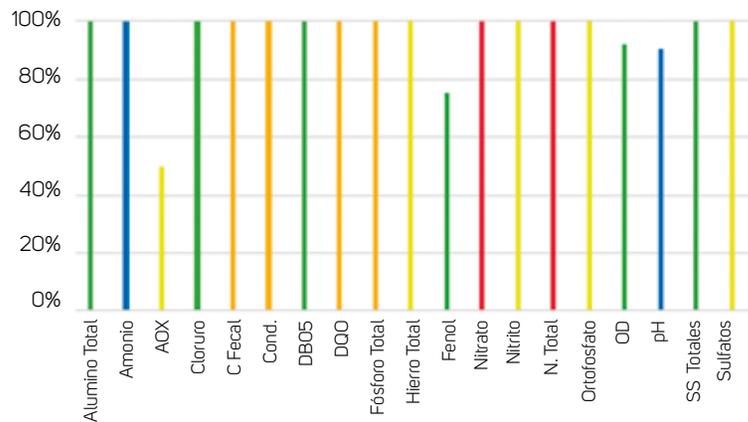
**LA1 (LA-20)**



**VE2 (VE-10)**



**GU1 (GU-10)**



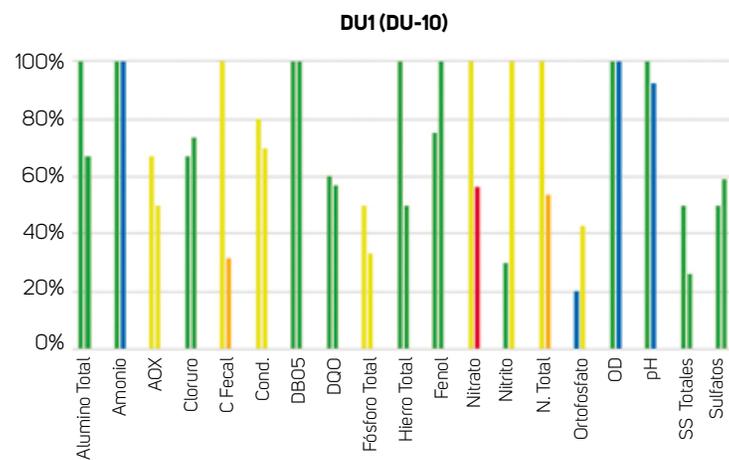
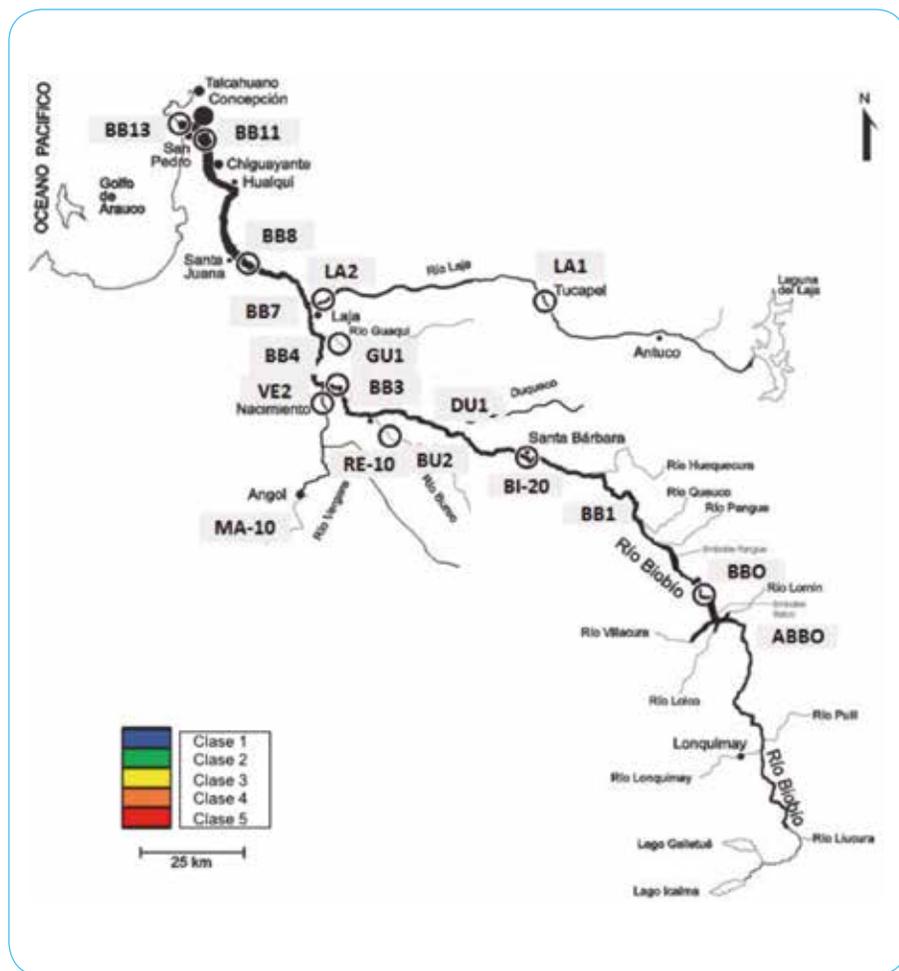
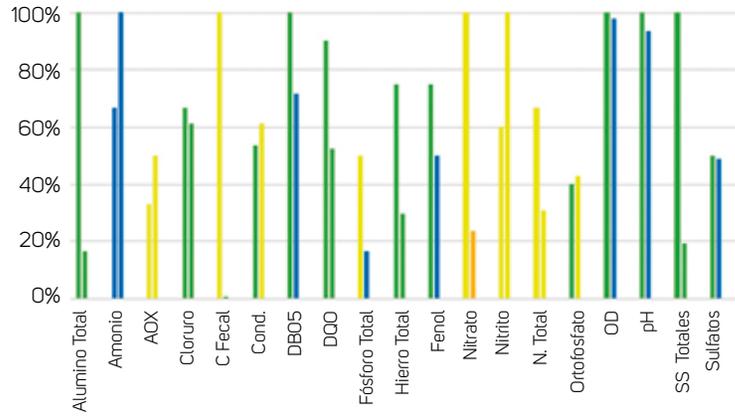


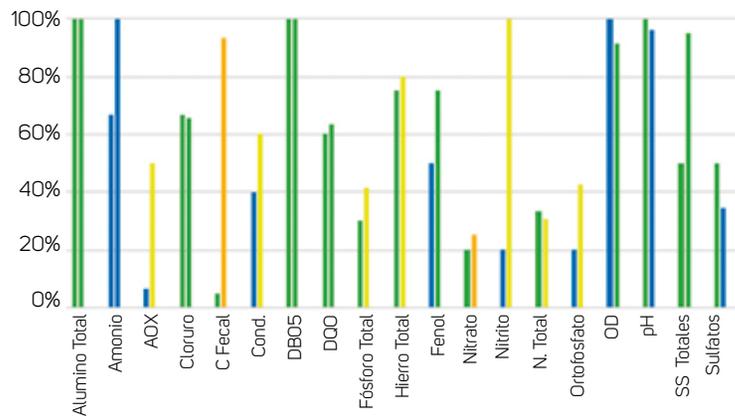
Figura 16.

Mapa de calidad del agua para las estaciones localizadas en los principales tributarios, para los años 2017-2018. La primera barra representa la clase de calidad según la NSCA-BB, y la segunda la clase obtenida. La altura de cada barra indica el valor de la variable, relativo al máximo registrado en todas las estaciones.

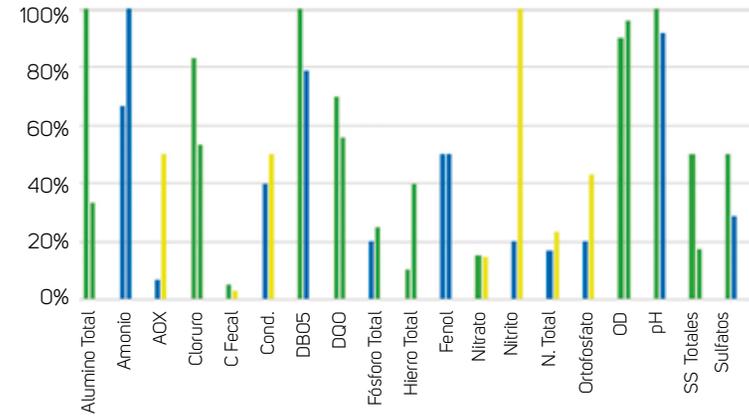
**BU2 (BU-10)**



**MA-10**



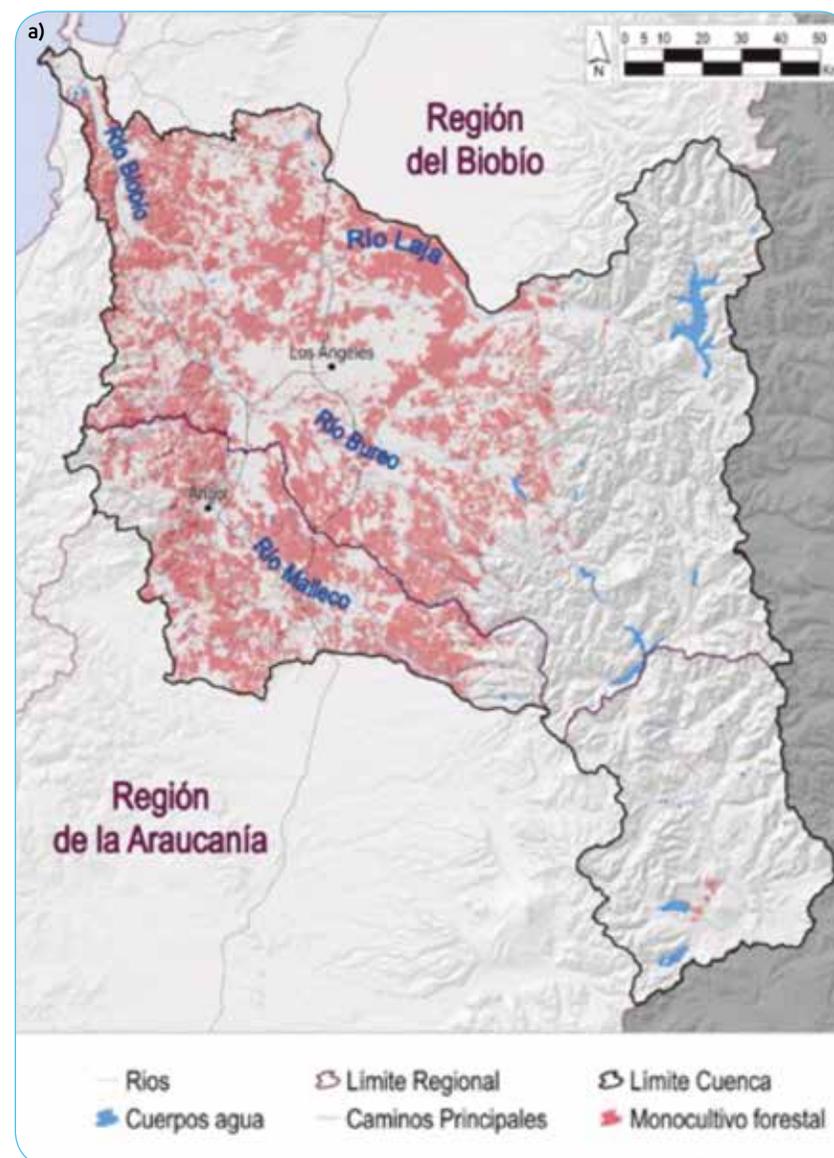
**RE-10**



## Aspectos ambientales que inciden en la calidad de las Aguas de la Cuenca

### Plantaciones forestales

La macro región del Biobío-Ñuble tiene cerca de 1.500.000 ha de suelos de aptitud preferentemente forestal que equivalen al 51% de la superficie regional productiva y al 12,6% de los suelos forestales del país, de esto un gran porcentaje se concentra en la cuenca del río Biobío (Figura 17a). La conjugación de las favorables condiciones edafoclimáticas y una agresiva gestión empresarial, ha determinado un masivo establecimiento de bosques productivos, constituidos principalmente por las especies introducidas *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, que representan el 46% del total de la superficie forestal nacional. En la región del Biobío se genera el 80% de la celulosa (tres plantas de celulosa), el 100% del papel (una fábrica de papel), el 38% de la madera aserrada y el 82% de los tableros del total nacional. Además, producen madera rolliza (66% del total nacional) y astillas (42% del total nacional) para la exportación.





**Figura 17.**

- a) Actividad forestal en la cuenca del Biobío,  
 b) Imagen alto Biobío donde se aprecia la vegetación más verde y ordenada correspondiente a las plantaciones forestales exóticas que invaden la cuenca.

### La población urbana y la descarga de residuos domésticos al río

En base al Censo de 2012, se estima la población de la cuenca en aproximadamente 1.500.000 personas. La conurbación Concepción-Talcahuano, representa el 47% de la población total y la población urbana corresponde a un 85% de la población de la cuenca, y sólo el 15% corresponde a población rural. Administrativamente, la cuenca hidrográfica del río Biobío comprende el territorio de 32 comunas, distribuidas entre la VIII, IX y la nueva región de Ñuble (Quillón, Yungay y Pinto), en las provincias del Biobío y Concepción en la Octava Región y Malleco en la Novena Región (INE 2017). La distribución de la población, en urbana y rural, es ambientalmente relevante ya que guarda directa relación con la influencia de la población humana y sus actividades sobre la calidad del agua del río Biobío y sus afluentes (MMA 2016).

El uso doméstico representa uno de los más importantes del río Biobío. Los caudales domésticos (captación) se cuantifican en 46.000.000 m<sup>3</sup>/año y se estima una distribución de: a) un 63% en la zona de la Cordillera de la Costa y zona costera, b) un 30% en el Valle Central y c) un 7% en el sector andino y preandino. Gran parte de los centros urbanos localizados en la Depresión Central de la cuenca son abastecidos por aguas subterráneas. Un 72% del agua potable producida en la cuenca corresponde a fuentes superficiales y un 28% a fuentes subterráneas. En las localidades ubicadas en la provincia de Concepción, un 84% del agua potable producida (1,6 m<sup>3</sup>/s) proviene de fuentes superficiales, que casi en su totalidad corresponden a aguas del río Biobío y un 16% (0,3 m<sup>3</sup>/s) a captaciones subterráneas. Pero estas aguas subterráneas, corresponden a punteras instaladas en el lecho del río, por lo tanto, son aguas también de este sistema. Las descargas de aguas servidas de los 17 centros urbanos que evacúan directamente al río Biobío no estaban al año 1993 sometidas a ningún tipo de tratamiento; sin embargo, en la actualidad el 100% de los centros urbanos presentan tratamiento (Figura 18). No obstante, lo anterior, estas plantas deben avanzar para abatir la emisión de nutrientes que provocan los problemas de eutrofización.

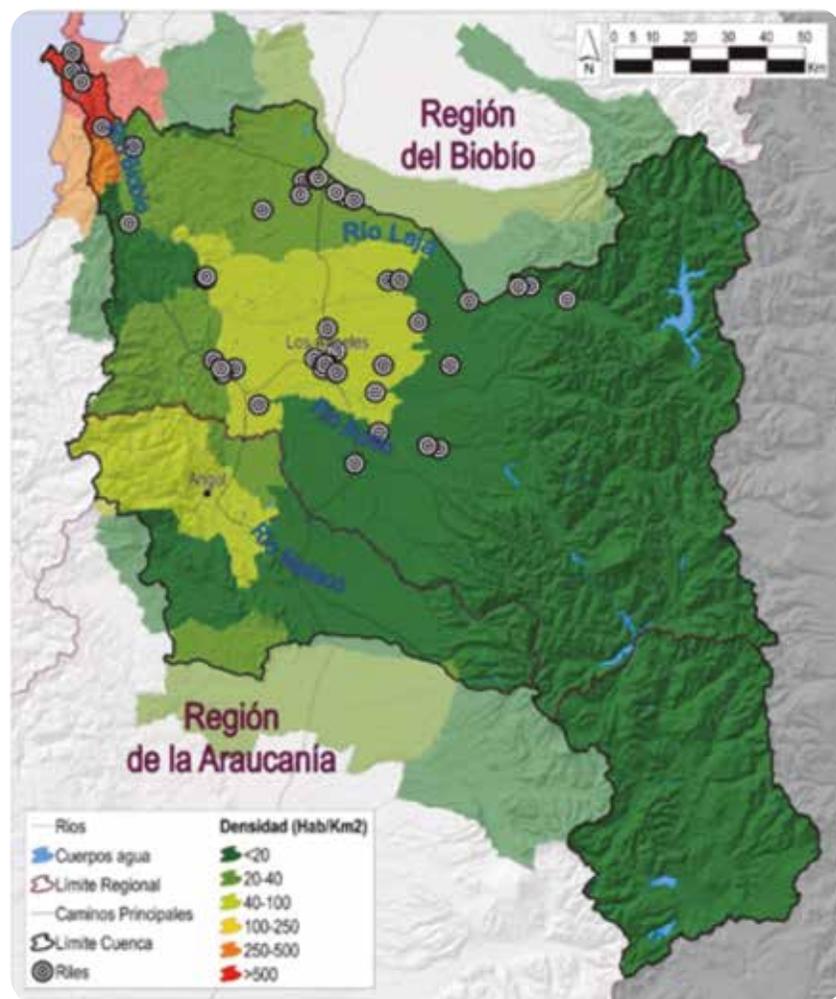


Figura 18.

Densidad de población en la cuenca del Río Biobío y localización de riles industriales y domiciliarios.

### La actividad industrial en la cuenca

El uso industrial es un sector importante en cuanto al uso del recurso hídrico. De los caudales del río Biobío captados para estas actividades, cerca del 95% se consumen en la zona ubicada entre la cordillera de la Costa y la zona costera y el 5% restante se consume en el valle central o depresión intermedia. Sin embargo, el uso directo del agua no es lo más relevante, sino que esta misma es devuelta al sistema acuático donde el río cumple una importante función depuradora, pero también tiene efectos industriales importantes. Las plantas de celulosa tienen un consumo de agua que varían entre 59 a 127 m<sup>3</sup>/ton de producto. Es importante destacar que gran parte de la industria regional utiliza las aguas del río Biobío para sus procesos productivos a través de captaciones propias, sean éstas superficiales o subterráneas. Entre estas empresas destacan Forestal e Industrial Santa Fe, CMPC Laja, CELPAC S.A, BO Paper Bio Bío, ENAP Refinería Bio Bío, Huachipato e IANSA.

Así como las aguas domésticas han avanzado en plantas de tratamientos, las industrias a pesar de haber crecido en producción también han invertido en la actualización de sus sistemas de tratamientos, sin embargo, siguen siendo los mayores aportantes de contaminantes (ca. 10 veces más que el aporte de tipo urbano en términos de la demanda química de oxígeno (MMA 2016)). Además, de emisiones de contaminantes tóxicos, persistentes y difícilmente removibles como microcontaminantes orgánicos (e.g. organoclorados). De las comunas que forman parte de la cuenca, las que concentran el mayor número de industrias son Concepción, Talcahuano y Los Ángeles. Además, existe un número importante de industrias ligadas al sector forestal distribuidas en el área de la Depresión Central, principalmente en las comunas de Cabrero, Laja, Nacimiento, Negrete y Los Ángeles.

En cuanto al uso minero del recurso hídrico, si bien se conocen derechos de aguas otorgados (800 l/s Resolución N° 830 y N° 838/DGA 1941), esta actividad no se realizaría en la cuenca. Por otro lado, existen actividades de extracción de áridos y arenas, que realizan prácticas poco controladas que modifican la calidad del agua y del hábitat, debido al movimiento constante de los sedimentos de fondo, que resuspenden material y modifican la hidráulica natural.

### La actividad hidroeléctrica

Parte importante de la cuenca del río Biobío se encuentra en la región andina, donde las pendientes del cauce y de sus afluentes son comparativamente fuertes y con un régimen hidrológico pluvio-nival, que permite un caudal en la parte alta relativamente poco variable, que lo hace particularmente interesante como fuente de energía hidroeléctrica. La explotación del recurso hidroeléctrico de la cuenca del Biobío, se había realizado hasta el año 1993, únicamente en la subcuenca del río Laja, donde se ubicaba el complejo de tres centrales hidroeléctricas pertenecientes en la actualidad a la empresa privada ENDESA. Hoy existe una serie de nuevas represas; en el río Laja se han construido tres centrales hidroeléctricas y otras obras complementarias que permiten hacer uso del lago Laja como si fuera un embalse, regulando sus aguas en forma interanual tanto para la producción de energía eléctrica, como para el riego, inclusive derivando aguas a otras cuencas como el caso más emblemático el canal Laja-Diguillín. En resumen, en la Cuenca del río Laja, se ubican 5 centrales: Abánico con 136 MW de potencia instalada, El Toro con 450 MW, Antuco con 320 MW, Rucúe y Quilaco, ambas corresponden a centrales de pasada, de 178 MW y 12 MW, que utilizan aguas que desvían de los ríos Laja y Rucúe. Otras dos centrales de pasada están localizadas en la cuenca del Río Duqueco, correspondientes a las centrales Peuchén y Mampil, cada una de ellas de 50 MW (Parra *et al.* 2013) y la Central Hidroeléctrica Laja (cerca del puente Perales), con 34,4 MW.

Asimismo, un plan elaborado por ENDESA en la década de 1980 contempló la construcción de seis centrales en el tramo del Biobío comprendido entre su confluencia con el río Ranquil y la angostura de Quitramán, en la subcuenca del Alto Biobío. Las centrales en referencia, son las denominadas Ranquil (Lonquimay o Llanquén), Ralco, Pangue, Aguas Blancas (una parte de lo que hoy es Angostura), Huequecura y Quitramán. De estas 6 centrales, al año 2019 se encuentran 3 en operación (Ralco, Pangue y Angostura) (Figura 19, Tabla 11).

En lo que respecta a la relevancia del uso hidroeléctrico y su influencia en la calidad de las aguas, es indudable que el complejo de centrales de embalse presentes en el Alto Biobío, actualmente en operación, las centrales Ralco, Pangue y Angostura modificaron estructuralmente las características naturales de un río de Ritrón (de alta pendiente y aguas oxigenadas) a un sistema lacustre y con tasa de renovación reguladas, además de

controlar caudales diarios. Los efectos sobre la calidad de las aguas y las modificaciones de hábitat requieren más investigación para establecer sus efectos sobre la biota.

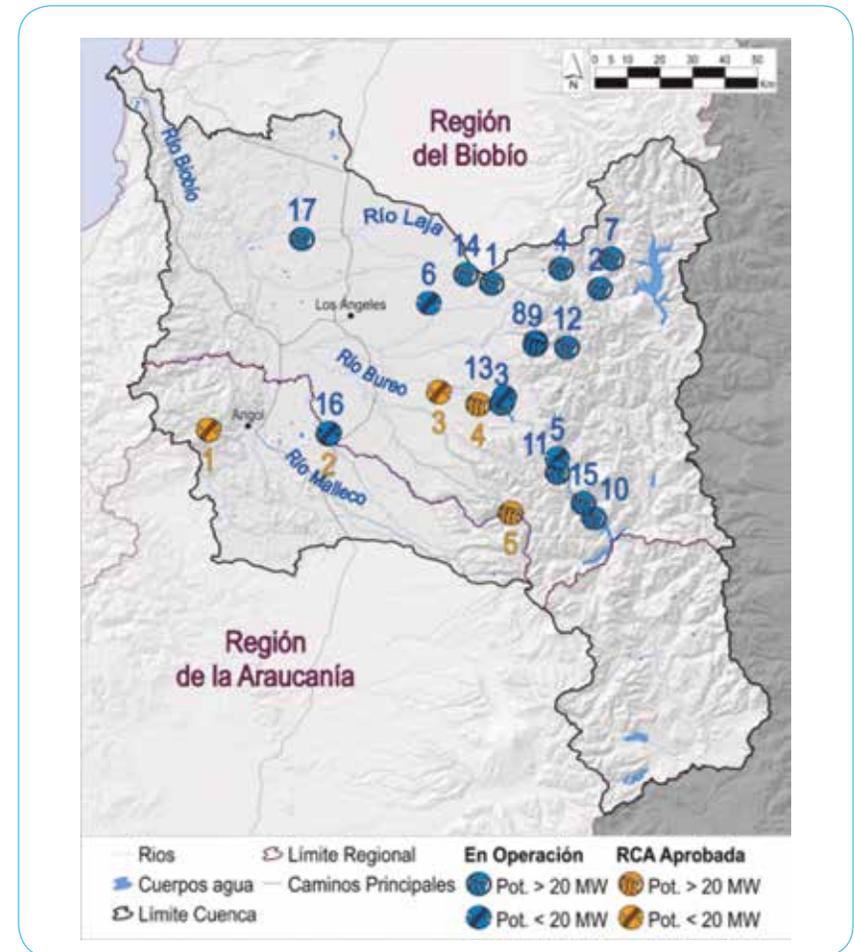


Figura 19.

Distribución de la actividad hidroeléctrica actual y proyectada en la cuenca.

Tabla 11. Centrales Hidroeléctricas localizadas en la cuenca del Biobío.

Estado		Nombre	Potencia (MW)	Propiedad
OPERATIVA	1	Rucúe	178,4	Colbún S.A
	2	Abanico	136,0	Endesa
	3	Angostura	323,8	Colbún S.A
	4	Antuco	320,0	Endesa
	5	Boquiamargo	1,10	Eléctrica San Miguel
	6	El Diuto	3,30	Hidroeléctrica Diuto
	7	El Toro	450,0	Endesa
	8	Los Padres	2,20	Los Padres Hidro S.A
	9	Mampil	55,0	Duke Energy
	10	Palmucho	32,0	Endesa
	11	Pangue	467,0	Endesa
	12	Peuchén	85,0	Duke Energy
	13	Quillaileo	0,80	Ebco Energy S.A
	14	Quilleco	70,8	Colbún S.A
	15	Ralco	690,0	Endesa
	16	Renaico	6,3	Mainco S.A
	17	Laja	33,0	Gdf Suez
PROYECTO	1	Picoiquín	19,2	Hidroangol S.A
	2	Canal Biobío Sur	7,1	Mainco S.A
	3	Quilaco	12,0	Mainco S.A
	4	Rucalhue	90,0	Atiaia Energía Chile Spa

### La agricultura y ganadería

La agricultura en la cuenca del Biobío se caracteriza por presentar dos clases de actividades perfectamente diferenciadas: los cultivos de riego y los cultivos de secano, determinados por las condiciones edáficas. El área de riego de la cuenca está comprendida fundamentalmente en la Depresión Central donde existen más de 210.000 ha bajo riego, lo cual representa cerca del 15% del total regado del país y el 80% de la superficie total de la cuenca, minimizando el grave problema de los períodos secos estivales (4 a 6 meses al año), donde es posible realizar rotaciones más amplias, que les permiten a los agricultores tener mayores alternativas de cultivos.

También se ha observado que el sector agrícola está experimentando cambios en el uso del suelo hacia el uso forestal intensivo con Eucaliptus, como está sucediendo especialmente en la comuna de Mulchén, lo que explica la alta demanda en riego. Un caso similar ocurrió en la comuna de Cabrero, donde se establecieron plantaciones de *Pinus radiata* en más de un 50% de la superficie regada, o lo que ocurre en la cuenca del Itata con agua proveniente del Biobío a través del Proyecto Laja-Diguillín. Este proyecto significó el trasvase hacia la cuenca del río Itata de aprox. 40 m<sup>3</sup>/s y el área principal beneficiada se localiza ahora en la reciente creada región de Ñuble, lo que puede ser un conflicto futuro por la demanda del agua desde la región del Biobío. Esto también tiene significado ambiental, especialmente en época de verano al disminuir la capacidad de carga o de dilución del río (Mancini & Montoya 1993), lo cual a partir del 2015 ya se expresa en una pérdida de la calidad del agua del río Laja, debido a que, junto con la pérdida de caudal asociado a los eventos de sequía, mayor demanda y nuevos proyectos hidroeléctricos, también se ha observado un aumento importante de los proyectos de acuicultura. De modo que ha disminuido su aporte de aguas de buena calidad al río Biobío como había sido indicado en los trabajos de Parra *et al.* (1994, 1998, 2004 y 2013).

Respecto el desarrollo agropecuario de la cuenca del Biobío, constituye una de las actividades de mayor auge regional. La presencia masiva de pequeños agricultores, junto a la gran diversidad agrícola y ganadera, orientan la economía local y regional (INIA 2007). En este aspecto, la ganadería bovina desarrollada en la cuenca, ocupa una superficie mayor a los 2 millones de hectáreas (INE-ODEPA 2007), comprendiendo mayoritariamente a las comunas de Los Ángeles con 87.326 cabezas bovinas, Mulchén con 28.882 cabezas, Curacautín y Quilleco con 27.134 y 18.042 cabezas de ganado respectivamente; las cuales lideran la producción de carne, leche y otros productos derivados en la región. En

este sentido, la vocación lechera se concentra en la comuna de Los Ángeles (48% del total regional) operando en esta misma localidad tres empresas del rubro (SOPROLE, NESTLÉ, GRANAROLO CHILE SPA), las cuales durante el año 2015 recepcionaron alrededor de 129 millones de litros de leche, provenientes de 35.350 cabezas de vacas lecheras (Tapia, 2016).

### Identificación de los servicios ecosistémicos y tendencias

El informe del Millenium Ecosystem Assessment (MEA 2005) asocia el concepto de servicios ecosistémicos con el bienestar humano, estableciendo un vínculo directo entre el funcionamiento de los sistemas naturales y su capacidad de generarlos (Kennedy 1997). En este sentido, se definen como “los aspectos de los ecosistemas utilizados (de forma activa o pasiva) para generar bienestar humano” (Boyd & Banzhaf 2007, Fisher et al. 2009). Particularmente, los ecosistemas acuáticos contribuyen al bienestar humano mediante una serie de funciones asociadas al potencial hídrico sustentado por las cuencas hidrográficas como los que ya hemos mencionado y que han sido sistematizados por Díaz *et al.* (2018a,b) para la cuenca del río Biobío, identificado 16 servicios ecosistémicos y evaluados mediante 116 indicadores. De éstos, el 64,2% se encuentran bajo algún grado de deterioro, dónde el 100% de los servicios de abastecimiento tiene tendencia a la degradación, el 50% de los servicios de regulación se mantienen estables y el 57% de los servicios culturales tienden al aumento.

Para los servicios de provisión, el uso prioritario en la cuenca del Biobío es el abastecimiento humano, pero tan solo supone el 4% del total del agua utilizada, a pesar del continuo aumento de la población (13,2 % en la última década). Por el contrario, los usos agrícola (85%) e industrial (11%) siguen en aumento (Figura 20). De hecho, cuando las fuentes de agua tradicionales escasean, no solo las necesidades de las poblaciones rurales se subsidian, sino también la continua demanda industrial.

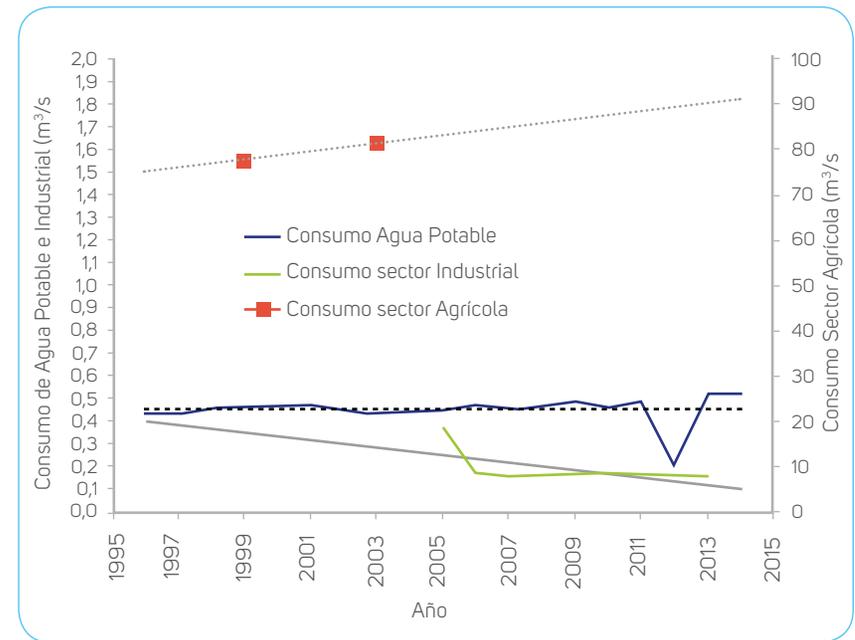


Figura 20.

Consumo de agua por diferentes sectores en la cuenca del Biobío.

Las tendencias de los indicadores señalan un aumento en la demanda de agua para la agricultura (Figura 21), especialmente durante los escenarios de sequía que se extienden por períodos multianuales (IPCC 2014). Estos episodios, están provocando el desabastecimiento de agua potable en un número relevante de comunas, en la disponibilidad energética en los sectores altos de la cuenca, en la agricultura de los sectores medios y en la demanda industrial en los sectores bajos (CR2 2015). Para hacer frente al déficit existente se han implementado medidas que cubren un amplio espectro y niveles de acción, siendo las obras de ingeniería e infraestructura (e.g. sistema de riego Laja-Diguillín, centrales de embalse y pasada) las más recurrentes, además de los subsidios agrícolas (CR2 2015).

El volumen de agua almacenada en los embalses para hidroelectricidad y riego, aunque ha fluctuado con los años, sigue una tendencia a disminuir (Díaz *et al* 2018). La cantidad de agua almacenada está muy por debajo de su capacidad (2.190 millones m<sup>3</sup>), sin embargo, este patrón está fuertemente influenciado por el sistema de operación de la empresa hidroeléctrica y no permite atribuir dicho decrecimiento netamente a factores climáticos. Por el contrario, el servicio de provisión de energía hidroeléctrica, ha aumentado durante los últimos años (Figura 21) con la aprobación continua de nuevos proyectos hidroeléctricos.

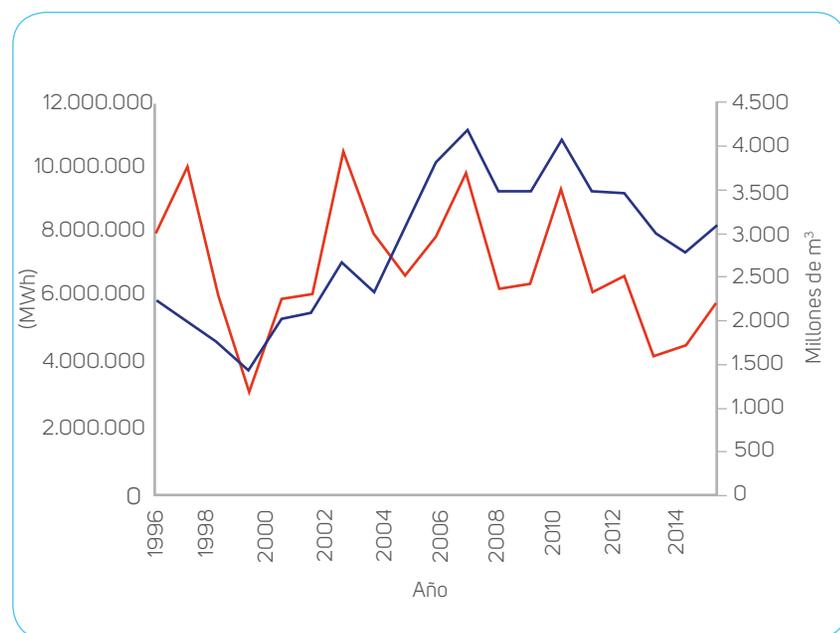


Figura 21.

Energía hidroeléctrica y cantidad de agua almacenada en los embalses de la cuenca del Biobío.

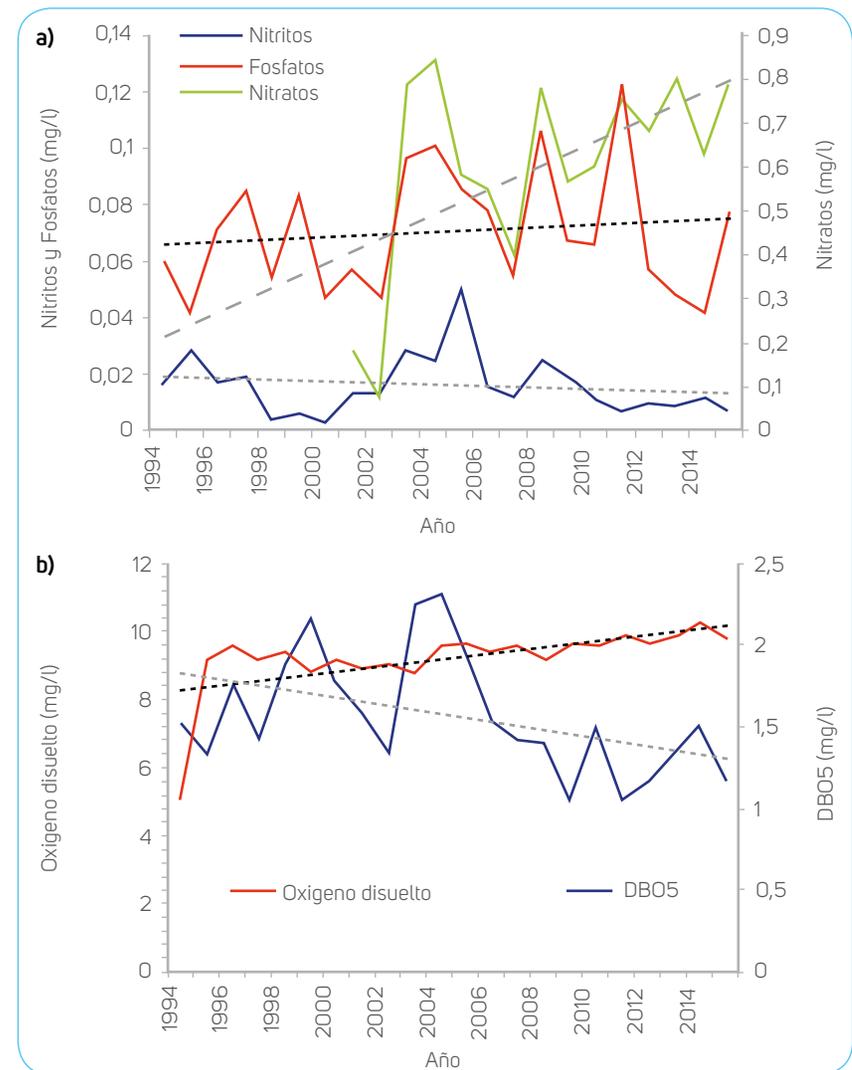
La provisión de alimento (peces y otras especies dulceacuícolas y marinas), debido que la productividad de la zona costera depende del aporte de las aguas de la cuenca del Biobío, responde a necesidades de consumo propio (microescala) y a pequeña escala industrial. A nivel regional existen 54 centros de acuicultura (SERNAPESCA 2016), pero existen datos específicos respecto al sector acuícola localizado en la cuenca reconociendo 10 instalaciones y aunque estas no se encuentran en el cauce principal, captan aguas desde esteros y/o tributarios. Sin embargo, este mercado sigue evolucionando con posterioridad a los registros de 2016, por ejemplo, existe varios proyectos aprobados y en trámite de aprobación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental para desarrollar centros de cultivo en la región, tanto en el mar como en aguas dulces, algunos generando conflictos socioambientales con la comunidad indígena del Alto Biobío (e.g. Pitrilón). Se sabe de la extracción directa realizada por comunidades Pehuenches como economía de subsistencia, pero se desconocen los volúmenes asociados.

La información más formal se asocia a la zona costera adyacente de la cuenca del Biobío, donde los reportes del SERNAPESCA (2016) han estimado la producción de pesca artesanal sobre las 450.000 toneladas en el año 2015, mientras que la cosecha en centros de acuicultura se estimó, para el mismo período, en 32 toneladas (INE 2016). Respecto a las materias primas de origen mineral, se destaca la extracción de gravas y arenas para la construcción. Desde el año 1998 al 2015 se han contabilizado 32 empresas que extraen áridos del lecho de los ríos. El número de empresas asociadas a este rubro ha aumentado durante los últimos tres años, llegando a extraer unos 5.791.633 m<sup>3</sup> (SEA 2015), a los que hay que añadir las extracciones ilegales no cuantificadas. La cuenca también es una fuente de recursos genéticos pero su importancia aún es poco conocida y valorada. Hasta el año 2013 se habían descrito sobre 30.000 especies (MMA 2015), pero existe un enorme desconocimiento del estado de conservación, encontrándose 623 especies (61,9%) en alguna categoría de riesgo. Los grupos más amenazados son los peces de aguas continentales, seguidos por los invertebrados y las plantas vasculares (68,2%). Los estudios específicos a la cuenca del Biobío son escasos, con trabajos puntuales que no representan la evolución de los estados de conservación (Habit *et al.* 2006, EPAB 2008, Fuentealba *et al.*, 2010, Habit *et al.* 2019).

Los servicios de regulación, no suelen ser percibidos por la población y son los que más intensa y rápidamente se deterioran. La regulación hídrica está determinada por procesos hidrológicos mediados por el clima, con un marcado gradiente altitudinal desde el clima frío de altura por encima de los 1.500 m en la Cordillera de los Andes con nieves

perpetuas, hasta el clima templado costero húmedo con precipitaciones medias de 1.330 mm año 1 y un período seco de cuatro meses de duración (MOP 1987, 2004), mediado con procesos de evaporación, los cuales también han sido modificada por los embalses asociados a la generación hidroeléctrica.

Respecto a la calidad de agua, el río presenta una capacidad autodepuradora identificada como “muy alta” en varios estudios (Vargas 2000), lo cual concuerda con los datos de calidad del agua, que muestran una tendencia a la disminución de la concentración de nitritos y DBO5 (Figura 22 a y b), un aumento del oxígeno disuelto, pero también incremento de nitratos y fosfatos (datos 20 años del PMBB). De acuerdo a esta misma información, la mayoría de los tramos del curso principal y tributarios de esta cuenca, presentan aguas de buena calidad, transparentes, oxigenadas, blandas y oligotróficas, disminuyendo su calidad en los tramos bajos por la actividad agrícola e industrial (Parra *et al.* 2013). A ello han contribuido las nuevas plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS), que a nivel regional supera el 99.9% de cobertura, depurando alrededor de 160 millones de m<sup>3</sup> (SISS 2012), y a la tecnología implementada por las industrias usuarias de la cuenca (SINIA 2004). No obstante, el aumento significativo en las concentraciones de nitratos, probablemente se deba a la incorporación de las aguas depuradas al río y a la utilización de fertilizantes y pesticidas en la agricultura (con un incremento de alrededor del 75% durante las últimas décadas) (SAG 2012). En el año 2013 el consumo de plaguicidas superó 1,6 toneladas duplicando los valores del año 2000 (766 kg) (INE 2014). La restauración de las plantas de tratamiento de aguas servidas en la región, tras el terremoto de 2010, y las nuevas necesidades de depuración de otras localidades, han llevado a inversiones cercanas a los U\$56 millones, incrementando las tarifas asociadas a la depuración. Por otro lado, la capacidad de autodepuración de los ríos disminuye con la desviación de flujos de agua utilizados en la agricultura. El MOP (1991) registró 2.212 canales de riego, mientras que la DGA (2016) estimó 706 derechos de agua concedidos para riego en toda la cuenca, incluyendo fuentes subterráneas y superficiales, con un caudal promedio anual de 118.131 l/s, denunciando que el uso real de agua para la agricultura está escasamente fiscalizado y/o actualizado.



**Figura 22.**

Tendencias los registros de a) nutrientes y b) niveles y consumos de oxígeno expresados como DBO<sub>5</sub>.

Los servicios culturales asociados a la identidad y tradiciones de las poblaciones indígenas también se han visto enfrentados a grandes proyectos, cuyo resultado ha sido su evidente deterioro en zonas de tradiciones ancestrales profundas. La incorporación del urbanismo como concepto de modernización y no de integración, y la mala gestión del territorio también han contribuido a una pérdida importante de actividades recreativas. El informe anual emitido por Medio Ambiente (MMA 2015) señala que de toda el área protegida en Chile bajo alguna categoría del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado de Chile (SNASPE), sólo el 2.3% se encuentra en la Región Biobío, lo que evidencia el poco interés por mantener los servicios de regulación y culturales frente a la potenciación de los servicios de provisión ya discutidos.

La silvicultura también hace uso de pesticidas y amplía su cobertura en desmedro de los bosques nativos, mostrando una estrecha relación con la ocurrencia de incendios forestales (Díaz *et al.* 2018) y, en consecuencia, con la pérdida en la capacidad reservoria de CO<sub>2</sub> de la superficie de bosque quemada. Aunque los ecosistemas de agua dulce contribuyen poco a la absorción de carbono, los bosques de ribera sí son considerados sumideros de carbono a escala regional (Aufdenkampe *et al.* 2011). La ausencia de catastros y el bajo estado de conservación de la vegetación ribereña imposibilitan tener datos concretos del estado actual, pero se evidencia un franco deterioro, asociado a que han sido modificadas para el uso de caminos o reemplazadas por vegetación exótica y actividades agrícolas.

## Aspectos de su biodiversidad

Tanto en su curso principal como en sus afluentes o tributarios principales del río Biobío, se distinguen las zonas ecológicas rítrón, transición y potamón, que son determinantes para reconocer y comprender los factores que inciden en la calidad del agua y en la distribución de la biota acuática (Valdovinos & Parra 2003, Parra *et al.* 2013). El Biobío alberga una gran diversidad biológica, reflejada en el eslabón final de la cadena trófica como los peces, con 19 especies nativas de peces, 7 especies en peligro de extinción, de los cuales 2 endémicos de la región de Biobío y 8 especies en estado de vulnerabilidad (Ver capítulo de peces).

Sin embargo, algunas intervenciones antrópicas, a nivel de la cuenca Hidrográfica del río Biobío, han generado riesgos para la protección y conservación del medio ambiente, por ejemplo: deforestación de laderas; erosión y pérdida de suelo; extracción de áridos; alteración del régimen hidrológico debido a la generación hidroeléctrica y abastecimiento para riego; y las fuentes difusas y puntuales que vierten a cuerpos receptores de la cuenca (Parra *et al.* 2009, 2013). Las descargas de aguas industriales, también han generado impactos sobre el río, no solo en la calidad de sus aguas sino también en sus sedimentos (Orrego *et al.* 2006).

## Microalgas (fitoplancton y fitobentos)

El fitoplancton es la comunidad de organismos libres flotantes, errantes y el fitobentos, que incluye a todas las asociaciones de algas fijas a un sustrato natural o artificial o bien que se movilizan sobre él. Las microalgas bentónicas que habitan en los ríos son las responsables de gran parte de la producción primaria, es decir, los organismos que realizan el proceso de la fotosíntesis y constituyen el primer eslabón de las cadenas tróficas en el ambiente acuático de un río. Lo anterior es particularmente importante en las aguas turbulentas donde el fitoplancton es escaso.

Para el curso principal del río Biobío durante los años 1990-1992, se han identificado 248 especies de fitoplancton y fitobentos, de las cuales las diatomeas o *Bacillariophyceae* constituyen el grupo de mayor riqueza específica con 115 especies, seguidas por las algas verdes o *Chlorophyceae* con 104, algas azules con *Cyanophyceae* con 22 especies, *Cryptophyceae* con 4 especies, *Euglenophyceae* con 4, *Chrysoophyceae* con 2 y *Xanthophyceae* con 1 especie. Para el año 2016, se identificó un total 78 especies de las cuales solo 35 especies están citadas en el trabajo de Parra *et al.* (1993).

Esto muestra que ha existido un cambio importante en las comunidades y se reconoce la existencia de especies exóticas e invasoras como la diatomea bentónica *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt (Didymo) (Rivera *et al.* 2013). La proliferación masiva de esta alga en el sustrato bentónico genera diferentes impactos en los ecosistemas, entre ellos efectos ecológicos, al alterar la composición de las comunidades de macroinvertebrados (Kilroy *et al.* 2009), alteración de la biodiversidad, afectando el tamaño de las poblaciones de peces (Bergey *et al.* 2009), especialmente de individuos

de menor tamaño; al disminuir el flujo de la corriente en ríos que afectarían a algunos insectos (alimento para peces), disminuyendo las áreas de alimentación y crecimiento de los salmonídeos debido a las grandes cantidades de muscílago, generando disminución del oxígeno disuelto (Figura 19 y 20).



**Figura 19.**

Fotografía de *D. geminata* con microscopía fotónica.



**Figura 20.**

Presencia de *D. geminata* en río Biobío (sector ritrón).

### Zooplankton y zoobentos

En las aguas corrientes como los ríos, los organismos que mejor reflejan la calidad del agua son los que tienen mayor diversidad y son capaces de mantener una posición relativamente fija en el río. Estas son las comunidades bentónicas que viven directamente en el fondo, sujetos a plantas, piedras, otros organismos o sustratos artificiales. Este sentido las comunidades de zooplankton tienen poca relevancia en los sistemas fluviales, por el hecho de vivir suspendidas en la columna de agua y ser fácilmente arrastradas agua abajo, de modo que solo pueden formar comunidades en sectores donde el río forma

grandes meandros con pozas de mayor temporalidad. Es por ello que en la cuenca del río Biobío han sido poco estudiados y podría ser una aproximación interesante a proponer para estudiar la evolución de los lagos y embalses.

Por el contrario, las comunidades macrozoobentónicas (invertebrados >250 µm, principalmente larvas de insectos, crustáceos y pequeños moluscos) son de gran utilidad para la clasificación de la calidad de las aguas y para el monitoreo y control de la contaminación acuática. Esto es debido a: (I) son organismos susceptibles de ser afectados por la actividad humana, (II) son importantes como eslabones en la cadena trófica, (III) son organismos sedentarios, (IV) presentan una distribución relativamente homogénea, y (V) los organismos que lo componen tienen una relativamente alta longevidad, lo que les permite acumular efectos de contaminación a lo largo del tiempo (Figueroa *et al.* 2003, 2005, 2007).

Para el río Biobío se han descrito 116 taxa de macroinvertebrados bentónicos, la mayor parte corresponde a estados inmaduros de insectos acuáticos. Los órdenes dominantes dentro de los insectos, son los Díptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera y Coleoptera (Arenas 1994, Valdovinos *et al.* 1993, Bertrán 2000, Figueroa *et al.* 2000, Moya *et al.* 2002, informe EULA 2000, Díaz *et al.* 2010).

En zoobentos en el curso principal del río Biobío, muestran una distribución muy restringida a sectores (Arenas 1995). La mayoría de las especies, aparece ligada a factores tales como tipo de sustrato, grado de exposición a la radiación solar y tipo de entorno de los segmentos del río estudiados. Las especies asociadas al sector medio alto del río, son las más sensibles a los cambios ambientales provocados por los efluentes industriales y urbanos. En la parte baja del río, fuera de los efectos de los factores anteriores, el sustrato compuesto de arenas móviles, hace muy limitante la existencia de esta comunidad en la parte inferior o terminal del río, sin embargo, presenta también grupos típicos de ambientes arenosos y acumulación de fangos, además de aquellos que pueden soportar ciertos cambios en la salinidad como algunos Nereidos, los cuales han sido descritos por Bertrán *et al.* (2000).

Durante los muestreos de 2016 y 2017 realizados por EULA, se registraron mucho menos taxa, registrando solo 30 de las 114 registrados por Arenas (1994). No obstante, los resultados de Arenas (1994) corresponden a varios muestreos continuos que entregan mucha información acumulada, sin embargo, no puede desconocerse una

pérdida importante de la diversidad de este grupo, que responde tanto a la contaminación histórica, como a la pérdida de hábitat. Este último factor parece ser más relevante, primero en la parte alta de la cuenca donde parte importante de la longitud del río (c.a. 2/3) ha sido transformada desde un río de alta pendiente, bien oxigenada, a una serie de embalses que imposibilitan la colonización de estos organismos y consecuentemente modifican toda la cadena trófica asociada, especialmente de peces que se alimentan de macroinvertebrados. Otro factor es la extracción de áridos en diversas partes de su cauce, y finalmente la constante modificación de las riberas, que imposibilitan el desarrollo de estas comunidades.

Asimismo, y como ya señalamos, la diversidad de los macroinvertebrados los releva como buenos indicadores de calidad integral de los ecosistemas fluviales y facilitan la aplicación de índices. Al respecto durante el año 2016 se realizaron tres muestreos estacionales y se compararon los resultados con los datos históricos utilizando el índice ChSignal (Figueroa *et al.* 2007). De acuerdo a estos resultados, la mayoría de las áreas está en el límite o poseen clase inferior de calidad a los registros históricos, lo cual se corresponde con los cambios de calidad de agua, modificaciones de hábitat y diversas presiones de usos de su cuenca (Tabla 12).

Tabla 12. Comparación de índice biológico ChSIGNAL, obtenidos de las presencias históricas y de las estacionales del año 2016 (verano, invierno y primavera; S/D: Sin datos).

Estaciones	BI-10	BI-20	BI-30	BI-40	BI-50	BI-60	BU-10	DU-10	LA-10	LA-20	LA-30	MA-10	RE-10	VE-10
<b>Sumatoria</b>	149	205	226	106	105	101			21	130				73
<b>Nº de Familias</b>	25	31	39	21	21	20			5	21				16
<b>ChSIGNAL</b>	5,96	6,61	5,79	5,05	5,05	5,05			4,20	6,19				4,56
<b>Clase Histórico</b>	III	II	III	III	III	III	S/D	S/D	IV	II	S/D	S/D	S/D	IV
<b>Sumatoria</b>	66	48	46	46	49	14	69	80	57	38	37	61	43	26
<b>Nº de Familias</b>	12	8	9	10	10	4	14	15	10	9	8	12	11	8
<b>ChSIGNAL</b>	5,50	6,00	5,11	4,60	4,90	3,50	4,90	5,33	5,70	4,22	4,62	5,08	3,90	3,25
<b>Clase verano</b>	III	II	III	IV	IV	V	IV	III	III	IV	IV	III	V	V
<b>Sumatoria</b>	79	105	36	43	53	15	60	57	91		50			24
<b>Nº de Familias</b>	13	20	9	10	12	3	12	12	17		12			7
<b>ChSIGNAL</b>	6,08	5,25	4,00	4,30	4,42	5,00	5,00	4,75	5,35		4,17			3,43
<b>Clase invierno</b>	II	III	IV	IV	IV	III	III	IV	III	S/D	IV	S/D	S/D	V
<b>Sumatoria</b>	24	135	110	55	44	13	104	117	131		71			43
<b>Nº de Familias</b>	5	23	21	12	9	3	20	22	24		14			12
<b>ChSIGNAL</b>	4,80	5,87	5,24	4,58	4,89	4,33	5,20	5,32	5,46		5,07			3,58
<b>Clase primavera</b>	IV	III	III	IV	IV	IV	III	III	III	S/D	III	S/D	S/D	V



# EULA - CHILE

## Referencias Bibliográficas

- Arenas J. 1995. Composición y distribución del macrozoobentos del curso principal del río Biobío, Chile. *Medio Ambiente* 12(2): 39–50.
- Aufdenkampe AK, Mayorga E, Raymond PA, Melack JM, Doney SC, Alin SR, Aalto RE & K Yoo. 2011. Riverine coupling of biogeochemical cycles between land, oceans, and atmosphere. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(1):53–60.
- Bergey E, Cooper J & Tackett Cr. 2009. Occurrence of the invasive diatom *Didymosphenia geminata* in southeast Oklahoma. *Publications of the Oklahoma Biological Survey, 2nd Series* 9: 13-15.
- Bertrán C, Arenas J & O Parra. 2000. Macrofauna del curso inferior y estuario del río Biobío (Chile): cambios asociados a variabilidad estacional del caudal hídrico. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 541-550.
- Boyd J & Banzhaf S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616-626.
- CONAMA. 2004. Guía relativa al desarrollo de la dictación de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales y Aguas Marinas.
- Costanza R, Darge R, De Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, Oneill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P & Van Den Belt M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.
- CR2, Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia. 2015. Informe a la Nación: La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Proyecto FONDAP de CONICYT (Proyecto 15110009). Universidad de Chile, la Universidad de Concepción y la Universidad Austral de Chile. [www.cr2.cl/megasequia](http://www.cr2.cl/megasequia).
- Díaz ME, Figueroa R, Vidal-Abarca MDR, Suárez ML & Climent MJ. 2018. CO2 emission and biomass loss, associated to the occurrence of forest fires in the Biobío region, Chile: An approach from Ecosystem Services (ES). *Gayana Botánica* 75 (1): 482-493.
- Díaz ME. 2010. Colonización de macroinvertebrados bentónicos para evaluar el efecto de un afluente industrial, río Vergara, Nacimiento. Tesis para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción.
- Díaz ME, Figueroa R, Vidal-Abarca MR & Suárez ML. 2018. Exploring the complex relations between water resources and social indicators: The Biobío basin (Chile). *Ecosystem Services* 31: 84-92.
- EPAB, Estrategia y Plan de acción para la región del Biobío. 2008. Comisión Nacional de Medio Ambiente. AMENAZAS Basado en "A Biodiversity Vision for the Valdivian Temperate Forest Ecoregion of Chile and Argentina".
- Figueroa R, Palma R, Ruiz V & X Niell. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región. *Revista Chilena de Historia Natural* 80 (2): 225-242.
- Figueroa R, Ruiz VH, Palma A & Encina-Montoya F. 2005. Simplificación en el uso de macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de sistemas fluviales. *Interiencia* 30 (12):770-774.
- Figueroa R, Valdovinos C, Araya E & Parra O. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 76:275-285.
- Fisher B, RK Turner & P. Morling. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68: 643-653.
- Fuentealba C, Figueroa R & Morrone J. 2010. Análisis de endemismo de moluscos dulceacuícolas de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83: 289-298.
- Goulder LH & Kennedy D. 1997. Valuing ecosystem services: Philosophical bases and empirical methods. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. G. C. Daily. Washington, DC, Island Press: 23-47.

- Instituto Nacional de Estadística. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal. INE / ODEPA. Santiago, Chile.
- Instituto Nacional de Estadística. 2014. Informe Anual 2014. [http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/estadisticas\\_medio\\_ambiente/2014/informe-medio-ambiente2014.pdf](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_medio_ambiente/2014/informe-medio-ambiente2014.pdf).
- INE, Instituto Nacional de Estadística. 2016. Informe Anual 2016.
- INIA. 2007. Sector Agropecuario de la VIII Región del Biobío. Centro Regional de Investigación Quilamapu Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Instituto Nacional de Normalización. 1999a. Calidad del agua - Muestreo - Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo. Norma Chilena Oficial NCh411/2.Of96, Instituto Nacional de Normalización, Chile. 16 pp.
- Instituto Nacional de Normalización. 1999b. Calidad del agua - Muestreo - Parte 3: Guía sobre preservación y manejo de las muestras. Norma Chilena Oficial NCh411/3.Of96, Instituto Nacional de Normalización, Chile. 40 pp.
- Instituto Nacional de Normalización. 1999c. Calidad del agua – Muestreo – Parte 10: Guía para el muestreo de Aguas residuales. Nch 411/10 Of 97.
- Instituto Nacional de Normalización. 1999d. Calidad del agua - Muestreo - Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua. Norma Chilena Oficial NCh411/6.Of96, Chile. 14 pp.
- IPCC, Intergovernmental panel on Climate Change. 2014. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, Chatterjee M, Ebi KL, Estrada YO, Genova RC, B. Girma, Kissel ES, Levy AN, S. MacCracken, Mastrandrea PR & White LL (Eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza.
- Kilroy C, Larned S & Biggs B. 2009. The non-ndigenous diatom *Didymosphenia geminata* alters benthic communities in New Zealand rivers. *Freshwater Biol.* 54: 1990–2002.
- Ministerio Medio Ambiente. 2013. Anteproyecto Norma Secundaria Calidad del Agua de la Cuenca del río Biobío.
- MINSECPRES 2001. Decreto N°90. Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el 7 de Agosto.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2015. Las áreas protegidas de Chile.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2016. Monitoreo para la vigilancia de la norma secundaria de calidad de aguas de la cuenca del río Biobío. Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile.
- Ministerio de Obras Públicas. 1987. Dirección General de Aguas. Balance Hídrico de Chile.
- Ministerio de Obras Públicas. 1991. Estudio de síntesis de catastros de usuarios de agua e infraestructura de aprovechamiento. R Edwards G. Ingenieros Ltda. Departamento de Estudios SIT N°6.
- Ministerio de Obras Públicas. 2004. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Dirección General de Aguas.
- Moya C, Valdovinos C & Viviana O. 2002. Efecto de un embalse sobre la deriva de macroinvertebrados en el río Biobío (Chile central). *Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile* 73: 7-15.
- NCAS-BB D.S.9/2015. Establece Normas Secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del río Biobío. D.S. 9/2015. Ministerio de Medio Ambiente. 9 pp.
- Orrego R, Burgos A, Moraga-Cid G, Inzunza B, González M, Valenzuela A, Barra R & J E Gavilán. 2006. Effects of pulp and paper mill discharges on caged rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Biomarker responses along a pollution gradient in the Biobio River, Chile. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25: 2280-2287.
- Parra O, Basualto V, Avilés D, Urrutia R & P Rivera. 1993. Composición taxonómica del fitoplancton y fitobentos del río Biobío, Concepción, Chile. *Publ. EULA-Chile. Ser. Mon. Cient.* (Faranda F & Parra O Eds.)12: 189-216.
- Parra O, Figueroa R, Valdovinos C, Habit E & Me Díaz. 2013. Programa de Monitoreo de la calidad del agua del Sistema río Biobío 1994-2012: Aplicación del anteproyecto de norma de la calidad del agua del río Biobío. Edit. Universidad de Concepción, Chile, 165 pp.

- Parra O, Muñoz M & L Pérez. 2009. Gestión integrada de cuencas como base del ordenamiento territorial descentralizado. En: Von Baer, H. (Ed.). Pensando Chile desde sus regiones. Editorial Universidad de la Frontera: Serie AU-Sinergia Regional (Temuco, Chile), 819 pp.
- Parra O, Angulo M, Acuña A, Vighi M, Vismara R, Faranda F & Munari S. 1993. Propuesta de Programa de Monitoreo de Calidad del Agua del Sistema Río Biobío (Chile Central). In F. Faranda y O. Parra (Eds), Evaluación de la calidad del Agua y Ecología del Sistema Limnético y Fluvial del río Biobío. Serie Monográficas Científicas EULA, Vol 12:397-409.
- Parra O, Figueroa R, Valdovinos C, Habit E & Díaz ME. 2013. Programa De Monitoreo De La Calidad Del Agua Del Sistema Rio Biobio 1994-2012: Aplicación del Anteproyecto de Norma de la Calidad del Agua del río Biobío. Editorial Universidad de Concepción.
- Parra O, Valdovinos C, Figueroa R & Acuña A. 1998. Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío. Fase II. Consejo Adm. Del Prog. De Monit. de la calidad del Agua del Río Biobío - Centro EULA-Chile.
- Parra O, Valdovinos C, Figueroa R & Acuña A. 1996. Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío. Fase I. Consejo Adm. Del Prog. De Monit. de calidad del Agua del Río Biobío - Centro EULA-Chile.
- Parra O, Valdovinos C, Habit E & Figueroa R. 2004. Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío. Fase III. Consejo Adm. Del Prog. De Monit. De la Calidad del Agua del Río Biobío - Centro EULA-Chile, Universidad de Concepción.
- Pesce SF & Wunderlin DA. 2000. Use of water quality indices to verify the impact of Cordoba city (Argentina) on Suquía river. Water Research 34(11): 2915–2926.
- Servicio Agrícola y Ganadero. 2012. Informe de venta de plaguicidas de uso agrícola en Chile. Ministerio de Agricultura.
- Servicio de Evaluación Ambiental. 2015. Gobierno de Chile. [http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php?nombre=extraccion+de+aridos&presentacion=AMBOS&regiones=8&\\_paginador\\_refresh=1&\\_paginador\\_fila\\_actual=1](http://seia.sea.gob.cl/busqueda/buscarProyectoAction.php?nombre=extraccion+de+aridos&presentacion=AMBOS&regiones=8&_paginador_refresh=1&_paginador_fila_actual=1)
- SERNAPESCA, Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura. 2016. Anuario estadístico de Pesca. Ministerio de Economía, fomento y turismo. Gobierno de Chile. [http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1806:anuario-estadistico-de-pesca-2016](http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=1806:anuario-estadistico-de-pesca-2016).
- Sistema Nacional de Información Ambiental. 2004. Diagnóstico y Clasificación de Los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, Cuencas de los Ríos: Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Andalién, Bio-Bío, Paicaví, Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno, Maullín, Cisnes, Aysén, Las Minas, Serrano y Side. CADE-IDEPE.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios. 2012. Informe de gestión del sector sanitario. Gobierno de Chile.
- Strahler AN. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions of the American Geophysical Union 38 (6): 913–920
- Valdovinos C & Parra O. 2006. La Cuenca del Río Biobío Historia Natural de un Ecosistema de uso Múltiple. Publicaciones Centro EULA, Universidad de Concepción. En: El río Biobío en nuestras vidas. Explora Conicyt.
- Valdovinos C, Stuardo J & Arenas J. 1993. Estructura comunitaria del macrozoobentos de la zona de transición ritrón-potamón del río Biobío (VIII Región, Chile). En: Faranda F & O Parra (editores), Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y fluvial del río Biobío. Serie Monografías Científicas EULA 12: 217-248.
- Vargas J. 2000. Caracterización de la calidad del Agua del Río Biobío, entre las confluencias de los Ríos Vergara y Laja y Antecedentes para su Modelación Matemática. Tesis Doctoral Universidad de Concepción, Chile.



30 años



*Nematogenys inermis*

# CAPÍTULO 6

## PECES NATIVOS DEL RÍO BIOBÍO: 30 AÑOS DESPUÉS

Evelyn Habit  
Gustavo Díaz  
Aliro Manosalva

### Peces nativos de aguas continentales de Chile y del Río Biobío

#### Introducción

Los peces de agua dulce son un grupo de vertebrados acuáticos relevantes, por muy diversas razones.

Son importantes en términos sociales porque existen especies que mantienen actividades de pesca recreativa (por ejemplo, pesca con mosca), de subsistencia (pesca para consumo humano) y acuariofilia (peces mantenidos en acuarios ornamentales).

Son también muy importantes por el rol que cumplen en mantener el funcionamiento de los ecosistemas de ríos y lagos, ya que son organismos depredadores. Algunos consumen plancton (planctívoros), otros comen insectos, gusanos y moluscos que viven en el fondo (bentófagos), y algunos se alimentan de otros peces (ictiófagos o piscívoros). Esas múltiples relaciones con otros organismos en las tramas alimentarias, los hacen también excelentes indicadores de la integridad o “salud” de todo el ecosistema.

Además, los peces de agua dulce nativos de Chile son relevantes en términos evolutivos porque poseen un conjunto de características que los destaca a nivel mundial: existen pocas especies (46 en total en todo el país), tienen un altísimo grado de endemismo (~80%) y existen especies muy primitivas dentro de su grupo (por ejemplo los bagres o peces gato del género *Diplomystes*, comúnmente llamados “Tollos”).

De las 46 especies de peces que existen en Chile (incluyendo dos especies de lampreas o “peces sin mandíbula”), el 78% se encuentran clasificadas en las categorías de mayor preocupación de conservación: “En peligro crítico” (una especie), “En peligro” (23 especies) y “Vulnerable” (12 especies).

Este delicado estado de conservación de los peces nativos de aguas continentales, sumado a su alto endemismo e importancia social, ecológica y evolutiva, hacen que deba ser un conjunto de especies de enorme preocupación y cuidado.

A pesar de todas esas características, los peces nativos de aguas continentales de Chile son muy poco conocidos, ya que prácticamente no son utilizados en las actividades de pesca o acuariofilia.



*Geotria australis*

Lo anterior se debe a que existen pocas especies que alcancen tamaños corporales mayores a 20 centímetros, que tengan carne apetecible para el consumo humano, o que posean colores o formas llamativas para ser mantenidos en acuarios ornamentales.

Entre las pocas especies nativas que se pescan y consumen, se encuentran los pejerreyes y la perca trucha o trucha criolla. Sin embargo, la mayoría de las especies nativas de aguas continentales son de muy pequeño tamaño corporal, incluso cuando son adultos (no más de 15 centímetros de longitud total, es decir, desde el hocico hasta la aleta caudal).

De esta manera, las especies de peces de agua dulce reconocidas por la mayoría de las personas, son las "truchas" o "salmones", "carpas" o "jarpas" y "gupis", todas ellas especies introducidas en el país desde el hemisferio Norte. Es decir, no nativas de Chile. Los peces nativos que habitan la cuenca del río Biobío son, en particular, un conjunto de especies considerado de muy alto valor de conservación en Chile.

La razón es que este río alberga el mayor número de especies (mayor riqueza) que se ha descrito para un único sistema fluvial en todo el país (Dyer 2000, Vila *et al.* 1999). En total, se ha registrado la presencia de 18 especies de peces nativos en la cuenca del Río Biobío (Tabla 1). Además, en el mismo sistema habitan cinco especies introducidas.

Asimismo, no sólo se ha descrito la mayor riqueza de especies, sino que también la existencia de especies que habitan casi exclusivamente en este sistema fluvial: el bagre (*Trichomycterus chiltoni* (Eigenmann, 1928)), la Carmelita de Concepción (*Percilia irwini* Eigenmann, 1928) y el tollo (*Diplomystes nahuelbutaensis* Arratia, 1987).

Las dos primeras solo se encuentran además en la pequeña cuenca vecina del Río Andalién (la que fue en el pasado un tributario del río Biobío), y el tollo, en la cuenca del río Imperial, al sur del Biobío. Así, la fauna de peces, o ictiofauna del río Biobío corresponde a un grupo de especies muy singular.

**Tabla 1.** Listado de especies nativas e introducidas descritas para la cuenca del río Biobío. Para cada especie se indica su clasificación taxonómica y nombre científico completo. Además, se indica su nombre común, si es endémica de Chile, su estado de conservación según el último proceso de clasificación del Ministerio del Medio Ambiente y su distribución en Chile (R: río; P: Península).

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo en Chile	Estado de conservación	Distribución en Chile
<b>Especies nativas</b>						
Petromyzontiformes	Geotriidae	<i>Geotria australis</i> Gray, 1851	Lamprea de bolsa	No	Vulnerable	R. Maipo – Tierra del Fuego
	Mordaciidae	<i>Mordacia lapicida</i> Gray, 1851	Lamprea	Sí	En peligro	R. Aconcagua – P. de Brunswicki
Characiformes	Characidae	<i>Cheirodon galusdae</i> Eigenmann, 1928	Pocha	Sí	Vulnerable	R. Maule – R. Imperial
Siluriformes	Nematogenyidae	<i>Nematogenys inermis</i> (Guichenot 1848)	Bagre grande	Sí	Vulnerable	R. Aconcagua – R. Imperial
	Trichomycteridae	<i>Bullockia maldonadoi</i> (Eigenmann, 1928)	Bagrecito	Sí	En peligro	R. Itata – R. Cautín
		<i>Trichomycterus areolatus</i> (Valenciennes, 1840)	Bagre	No	Vulnerable	R. Huasco – Chiloé
		<i>Trichomycterus chiltoni</i> (Eigenmann, 1928)	Bagre	Sí	En peligro y rara	R. Biobío y R. Andalién
	Diplomystidae	<i>Diplomystes nahuelbutaensis</i> Arratia, 1987	Tollo	Sí	En peligro	R. Biobío – R. Imperial
Osmeriformes	Galaxiidae	<i>Galaxias maculatus</i> (Jenyns, 1842)	Puye	No	Maule al norte: Vulnerable Biobío al sur: Preocupación menor	R. Aconcagua – Tierra del Fuego
		<i>Brachygalaxias bullocki</i> (Regan, 1908)	Puye chico	Sí	Preocupación menor	R. Maule – Chiloé
		<i>Aplochiton zebra</i> Jenyns, 1842	Peladilla	No	En peligro	R. Biobío – Tierra del Fuego

Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Basilichthys microlepidotus</i> (Jenyns, 1841)	Pejerrey	Sí	Maule al norte: Vulnerable Biobío al sur: Casi amenazado	R. Huasco – Chiloé
		<i>Odontesthes mauleanum</i> (Steindachner, 1896)	Cauque	Sí	Vulnerable	R. Aconcagua – R. Mauullín
		<i>Odontesthes brevianalis</i> (Günther, 1880)	Cauque de estuario	Sí	Vulnerable	R. Choapa – R. Mauullín
Perciformes	Percichthyidae	<i>Percichthys trucha</i> (Valenciennes, 1833)	Perca trucha	No	Maule al norte: Casi amenazado Biobío al sur: Preocupación menor	R. Aconcagua – Tierra del Fuego
		<i>Percichthys melanops</i> Girard, 1855	Perca negra	Sí	Vulnerable	R. Aconcagua – R. Biobío
	Perciliidae	<i>Percilia irwini</i> Eigenmann, 1928	Carmelita de Concepción	Sí	En peligro	R. Biobío y R. Andalién
Mugiliforme	Mugilidae	<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	Lisa	No	Preocupación menor	R. Huasco - Chiloé
Especies Introducidas						
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Trucha arcoíris	-	-	Chile y Tierra del Fuego
		<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	Trucha café	-	-	Chile y Tierra del Fuego
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	Carpa común	-	-	R. Quilimarí – R. Bueno
		<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	Pez dorado			R. Aconcagua, Maipo, Andalién y Biobío
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i> (Girard, 1859)	Gambusia	-	-	R. Copiapó – R. Bueno

La cuenca hidrográfica y las aguas del río Biobío son de uso múltiple, y todas las actividades humanas generan cambios o impactos directos o indirectos sobre los peces.

Así, por ejemplo, las centrales hidroeléctricas instalan muros que representan barreras al desplazamiento de los organismos.

Algunas centrales como las ubicadas en el curso principal del río Biobío (Ralco, Pangué y Angostura), generan fuertes fluctuaciones diarias del caudal del río. Ello altera los sitios de puesta de huevos, de crianza de larvas, la cantidad y distribución del alimento, y la disponibilidad de hábitats.

Estas centrales, además han transformado 40 kilómetros de río en embalses. Por lo tanto, en esos tramos la ictiofauna de hábitats de rápidos y pozas, típicos de ríos de montaña, ha sido reemplazada por peces característicos de ambientes de lagos.

Aguas abajo de las centrales, las plantas de celulosa (3 en la cuenca) y otras industrias, evacúan sus efluentes que alteran la calidad del agua, repercutiendo en la salud, reproducción y alimentación de los peces.

Los canales de riego extraen agua, algunos llevándolas incluso a otras cuencas (por ejemplo, el canal Laja-Duiguillín), reduciendo así la disponibilidad de hábitats para muchas especies.

Las ciudades también captan agua y luego evacúan efluentes domésticos altos en nutrientes, y no son pocos los tramos de río desde donde se extraen áridos (gravas, arenas, etc.) directamente desde el lecho del río. Esto genera efectos directos sobre la calidad y cantidad de hábitats para las distintas especies de peces presentes en la cuenca.

Todo lo anterior, sumado a los efectos indirectos que generan el uso del suelo forestal y agrícola, y la presencia de especies de peces introducidos, ha provocado cambios en la abundancia, distribución y riqueza de la importante fauna nativa de peces del río Biobío.

### Peces del Río Biobío: 30 años después

Para comprender cuáles han sido los principales cambios que ha sufrido la ictiofauna de la cuenca del río Biobío en los últimos 30 años, aquí se compara el primer estudio completo de peces realizado en el río, con datos actuales. Dicho estudio se realizó en el marco del

Proyecto Eula liderado por el Dr. Hugo Campos (q.e.p.d.), de la Universidad Austral de Chile, uno de los limnólogos pioneros en el país.

El grupo de investigación del Dr. Campos realizó los primeros muestreos sistemáticos de peces en la cuenca entre los años 1989 y 1991, y sus resultados se publicaron en dos monografías Eula, una dedicada específicamente a los peces del río Biobío (Campos *et al.* 1993a), y otra, en un capítulo dentro de la monografía sobre la limnología de la cuenca (Campos *et al.* 1993b).

Posteriormente, los investigadores del Centro Eula continuaron generando información, la cual se utiliza aquí para comparar la situación histórica (1989-1991) con la actual (muestreos 2016-2018 de los autores de este capítulo). Además, se incluye un período intermedio de datos, correspondientes a muestreos efectuados también por Eula entre los años 2002-2003 y publicados en Habit *et al.* (2006).

También se compara la fauna de peces del Río Laja, el cual corresponde al principal tributario del Río Biobío. Su ictiofauna también fue estudiada por Campos *et al.* (1993a y b), y luego, en mayor detalle, por Ruiz (1996), quién hizo un completo muestreo el año 1992.

### Río Biobío desde su nacimiento hasta Concepción

La Tabla 2 muestra los resultados de la comparación histórica de la distribución y riqueza de especies a lo largo del curso principal del Río Biobío, incluyendo los lagos de cabecera, Icalma y Galletué.

Esta comparación se hace para los mismos tramos del río que fueron muestreados en el estudio original de Eula. Cabe destacar que hace 30 años atrás, no existían en el curso principal del río ninguna de las tres grandes centrales hidroeléctricas que operan actualmente (Pangué se construyó en 1994, Ralco en 1998 y Angostura en 2012).

Además, la producción de celulosa actualmente ha aumentado a 5 mil millones ton/año, de las cuales dos tercios son producidos en la Región del Biobío, y los efluentes domésticos de las principales ciudades no contaban con plantas de tratamiento.

Es decir, han ocurrido importantes cambios no solo en el uso del suelo, sino que también directamente en el cauce del río, en cuanto a morfología, hidrología y calidad del agua.

Tabla 2. Comparación de la presencia y distribución de especies nativas e introducidas a lo largo del cauce principal del río Biobío, incluyendo los lagos de cabecera (Icalma y Galletué). Esta tabla replica la entregada por Campos *et al.* (1993b), incluyendo la comparación de sus muestreos (1989-1991) con los años 2002-2003 y 2016-2018 (actuales). X significa presencia de la especie desde los muestreos 1989-1991. X en casillero rojo significa que la especie fue descrita en 1989-1991, pero ya no está presente en el sitio. X en casillero verde significa que la especie nativa no fue descrita en ese sitio en 1989-1991, y en la actualidad sí está presente. X en casillero amarillo significa que la especie introducida no fue descrita en ese sitio en 1989-1991, y en la actualidad sí está presente. Se compara el número total de especies nativas (# sp nativas) y el número de especies introducidas (# sp introducidas) en los tres períodos de tiempo y el número de sitios en los que estaba presente la especie en 1989-1991 (# sitios antes) con el número de sitios en los que está presente actualmente (# sitios actuales).

Especie		Sector Biobío Alto			Sector Biobío Medio			Sector Biobío Bajo			Presencia sitios antes / #sitios actuales
Nombre específico	Nombre común	Lago Icalma	Lago Galletué	Callequi	Santa Bárbara	Negrete	Nacimiento	Santa Juana	Hualqui	Puente Nuevo	
<b>Nativas</b>											
<i>G. australis</i>	Lamprea de bolsa					x	x	x			3/0
<i>Ch. galusdae</i>	Pocha					x	x	x	x		3/4
<i>N. inermis</i>	Bagre grande					x		x			2/0
<i>B. maldonadoi</i>	Bagrecito			x	x	x	x			x	4/4
<i>T. areolatus</i>	Bagre	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8/8
<i>D. nahuelbutaensis</i>	Tollo		x	x	x	x					3/3
<i>G. maculatus</i>	Puye			x	x	x	x	x	x	x	4/7
<i>A. zebra</i>	Peladilla	x	x								2/2
<i>B. microlepidotus</i>	Pejerrey	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8/5
<i>O. mauleanum</i>	Cauque				x	x	x				2/2
<i>P. trucha</i>	Perca trucha	x	x	x	x	x	x	x	x		8/7
<i>P. melanops</i>	Perca negra						x	x			2/0
<i>P. irwini</i>	Carmelita de Concepción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8/9
<b>Introducidas</b>											
<i>O. mykiss</i>	Trucha arcoiris	x	x	x	x	x	x				5/6
<i>S. trutta</i>	Trucha café	x	x	x	x		x				5/4
<i>C. carpio</i>	Carpa común					x	x	x		x	3/4
<i>G. holbrooki</i>	Gambusia					x	x	x	x	x	2/5
# sp nativas / # sp introducidas	Muestreos 1989 - 1991	4/2	6/2	4/2	5/2	8/1	11/4	4/0	6/1	5/2	
	Muestreos 2002 - 2003	4/2	6/2	5/2	6/2	9/3	11/4	5/0	sin inf.	8/3	
	Muestreos 2016 - 2018	4/2	4/2	6/2	4/2	9/2	9/3	5/2	sin inf.	4/3	



*Cheirodon galusdae*

Antes de analizar la tabla que resume los resultados de la comparación (Tabla 2), es importante indicar que las comunidades de peces de sistemas fluviales son muy dinámicas, y por ende, es posible que, al muestrear un mismo sitio en dos épocas o tiempos, no se encuentren exactamente las mismas especies.

Ello se explica principalmente porque los peces son organismos móviles que desarrollan sus ciclos de vida desplazándose entre distintos hábitats.

Así, por ejemplo, pueden estar en cierto momento alimentándose en un hábitat, y luego, desplazarse hacia aguas arriba o abajo en el río en busca de sitios de refugio, descanso o reproducción.

Entonces, si el sitio se muestrea en el tiempo o época de alimentación, la especie se capturará, pero si se hace en otro momento, la especie estará “ausente”.

Por ello, para que los muestreos de peces de ríos sean realmente representativos, es importante que incluyan repeticiones en el tiempo.

Por esta razón, aquí se comparan muestreos de varios años consecutivos (1989-1991 versus 2002-2003 versus 2016-2018). A pesar de esta consideración, los datos que son realmente ciertos (100% de certeza), corresponden solo a la “presencia” de una especie. Es decir, cuando se realiza un muestreo y efectivamente se captura, al menos, un individuo de una especie en particular, la presencia de la especie en el sitio es 100% cierta.

Por el contrario, cuando no se captura ningún individuo de una especie determinada, no existe la certeza absoluta de su “ausencia”, ya que podría, eventualmente, no haber sido capturada. Aun así, cuando se hacen muestreos repetitivos en un mismo lugar y la especie sigue estando “ausente”, lo cierto es que, al menos, su abundancia es extremadamente baja en ese sitio.

De esta manera, la comparación de los muestreos históricos con los actuales puede arrojar uno de los siguientes resultados (en este caso):

- Especie presente en 1989-1991 que sigue estando presente en el mismo tramo del río. Este es el mejor escenario y muestra persistencia de la especie a escala de tramo de río.

- Especie presente en 1989-1991 que ya no está presente en el mismo tramo del río. Este es el peor escenario y puede ser explicado por la reducción de las abundancias o por extinción local de la especie en el tramo.
- Especie no descrita en el tramo del río en 1989-1991 y que se registra en los muestreos actuales. Si es una especie nativa, este resultado puede significar que la especie ha cambiado su distribución a lo largo del río, o que actualmente es más abundante en el sitio o tramo. Si es una especie introducida, significa que fue llevada a ese sitio por acción humana o ha ampliado su distribución por colonización.

De acuerdo a Campos *et al.* (1993 a y b), en el curso principal del Río Biobío y sus lagos de cabecera (Icalma y Galletué), habitaban 13 especies nativas y cuatro introducidas (Tabla 2).

En tanto, en la actualidad solo están presentes 10 nativas y siguen estando las mismas cuatro introducidas.

Las especies nativas que ya no se capturan en el curso principal del río son *Geotria australis* Gray, 1851 o lamprea de bolsa, *Nematogenys inermis* (Guichenot, 1848) o bagre grande y *Percichthys melanops* Girard, 1855 o perca negra. (Figura 1)

La primera, lamprea de bolsa, es una especie migratoria, cuyo adulto habita en el mar y sube a los ríos a reproducirse. En los ríos se desarrolla una larva de larga vida (3 a 7 años) que habita enterrada en fondos fangosos. Campos *et al.* (1993a y b) describieron su presencia entre Santa Juana y Negrete, sin embargo, dado que es migratoria, se puede concluir que estaba presente desde la desembocadura del río hasta la altura de Negrete. Es decir, al menos en 210 km a lo largo del curso principal del río.

Aun cuando actualmente no ha vuelto a ser capturada en este tramo, muestreos de los autores de este capítulo la han detectado en un tributario, el Río Mulchén.

Esto demuestra que la especie no está extinta en la cuenca, sino que ha reducido drásticamente su abundancia en relación a 30 años atrás.

Al igual que la lamprea, el bagre grande, fue descrito en los muestreos de 1989-1991 en tramos del río entre Santa Juana y Negrete. Esta es una especie muy sensible, declarada

“En peligro” por la drástica reducción de su rango de distribución y abundancia en el país. En la cuenca del Río Biobío parece haber desaparecido del cauce principal del río, y solo se detectan ejemplares en algunos tributarios como los ríos Mininco, Lirquén y el estero La Araucana. La ausencia de ejemplares en el curso principal del río, implica que las poblaciones de los tributarios están aisladas entre sí, lo que puede provocar la extinción a escala de cuenca hidrográfica a largo plazo.

Por último, la perca negra, había sido capturada en los sectores de Santa Juana y Nacimiento hace 30 años. Sin embargo, desde los muestreos de 2003-2004 ya no está presente en ese sector. A diferencia de las dos anteriores, tampoco ha sido encontrada en tributarios, y, por lo tanto, es probablemente una especie extinta en el curso principal del Río Biobío. En 1999, Vila *et al.* indicaron que esta especie está frecuente asociada a afluentes de la Cordillera de la Costa en la zona baja del Río Biobío. Sin embargo, no existen nuevos muestreos en esa zona que lo corrobore.



*Brachygalaxias bullocki*

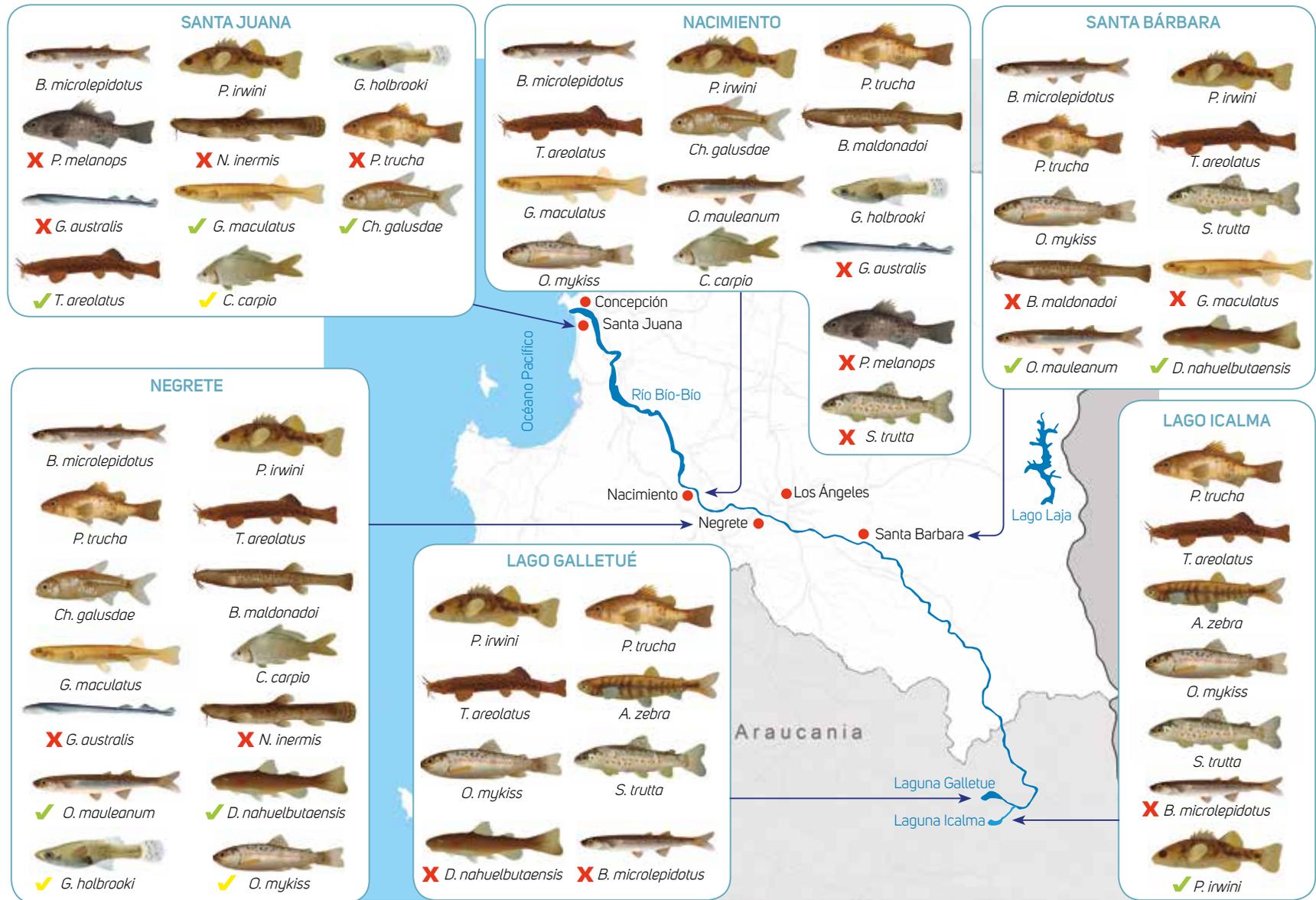


Figura 1.

Representación de la distribución de especies nativas e introducidas de peces en el curso principal del río Biobío, basado en Campos *et al.* (1993a). Las especies con cruz roja representan aquellas que ya no se encuentran en el tramo. Las especies con ticket verde representan las nativas que no habían sido registradas en los muestreos EULA 1989-1991, y aquellas con ticket amarillo, las introducidas que no fueron encontradas en ese tramo en 1989-1991.

En la Figura 1 se reproduce el esquema de Campos *et al.* (1993a), mostrando la distribución de especies de peces en el río Biobío. En ella se indican las especies actualmente presentes, las que ya no se capturan y las que no habían sido descritas en determinados tramos del río.

Por ejemplo, *Galaxias maculatus* (Jenyns 1842) o puye y *Basilichthys microlepidotus* (Jenyns 1841) o pejerrey, las cuales actualmente se capturan en la parte alta del Biobío (Callaqui) (Tabla 2). Esto se relaciona con la actual presencia de embalses en esa zona (que antes eran sectores de rápidos), los cuales conforman hábitats propicios para estas especies que ocupan la columna de agua.

Cabe notar que dichas poblaciones de puyes y pejerreyes se encuentran desconectadas de las demás poblaciones del río, ya que los muros de las tres centrales hidroeléctricas representan barreras infranqueables para su desplazamiento. Por lo tanto, la presencia y su mayor abundancia en los embalses, no asegura su persistencia a nivel de todo el ecosistema fluvial o cuenca hidrográfica.

A pesar que el pejerrey aparece actualmente en la zona de Callaqui, en general, su distribución a lo largo del curso principal y lagos se ha reducido, ya que de ocho sitios en los que se le describió en 1989-1991, actualmente solo aparece en cinco (Tabla 2).

La situación de las especies introducidas también ha cambiado en el curso principal del río, aunque siguen estando presentes las mismas cuatro descritas por Campos *et al.* (1993 a y b). De éstas, la única que ha reducido su distribución es *Salmo trutta* Linnaeus, 1758 o trucha café (o marrón, o farío), quedando restringida solo a los sectores más altos de la cuenca (Tabla 2).

Actualmente, se le captura en los lagos Icalma y Galletué (donde es abundante), hasta Santa Bárbara, pero no hacia aguas abajo. La trucha café es un salmónido sensible a los cambios de calidad del agua, lo que puede explicar su reducción hacia sectores ubicados aguas abajo de Santa Bárbara. De hecho, esta especie es la dominante en ríos y lagos de Patagonia, donde la calidad del agua es excelente, y donde genera fuertes impactos a las especies nativas de peces.

Las demás especies introducidas han aumentado su rango de distribución dentro del curso principal del río Biobío. *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) o trucha arcoíris se distribuye desde los lagos de cabecera hasta el sector de Nacimiento. Por su parte, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) o carpa y *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) o gambusia, se encuentran actualmente desde la zona baja del río hasta Nacimiento.

La especie que ha incrementado más su distribución en el río es la gambusia (Tabla 2). Carpas y Gambusias son especies características de malas condiciones ambientales, muy tolerantes y fuertemente impactantes a los ecosistemas que invaden. Por ello, el incremento de su distribución es un indicador importante de degradación de la ictiofauna del Río Biobío.

## Río Laja

En la Figura 2 se compara la composición de especies y abundancias en el Río Laja entre los muestreos efectuado en 1992 por Ruiz (1996) y los muestreos realizados entre 2016 y 2017 por los autores de este capítulo.

En 1992, Ruiz (1996) capturó 11 especies de peces a lo largo de todo el río, 8 de las cuales eran nativas y 3 introducidas. En 2016-2017 también se encontraron ocho especies nativas, pero, además, se capturaron cinco introducidas, es decir, un total de 13 especies. Aun cuando el número de especies nativas es el mismo, existe un recambio, ya que en 1992 se capturaba la lamprea en la zona baja del Río Laja, y ya no se le encuentra; por el contrario, Ruiz (1996) no capturó el bagre grande, y en los muestreos 2016-2017 sí se le encontró.

La Lampea de bolsa, que como se mencionó parece haberse extinto del curso principal del Río Biobío, fue capturada aguas arriba del Salto del Laja en el Río Laja. Solo se obtuvieron dos ejemplares pequeños (los que fueron devueltos al río), lo que demuestra una muy baja abundancia en este sistema fluvial también.

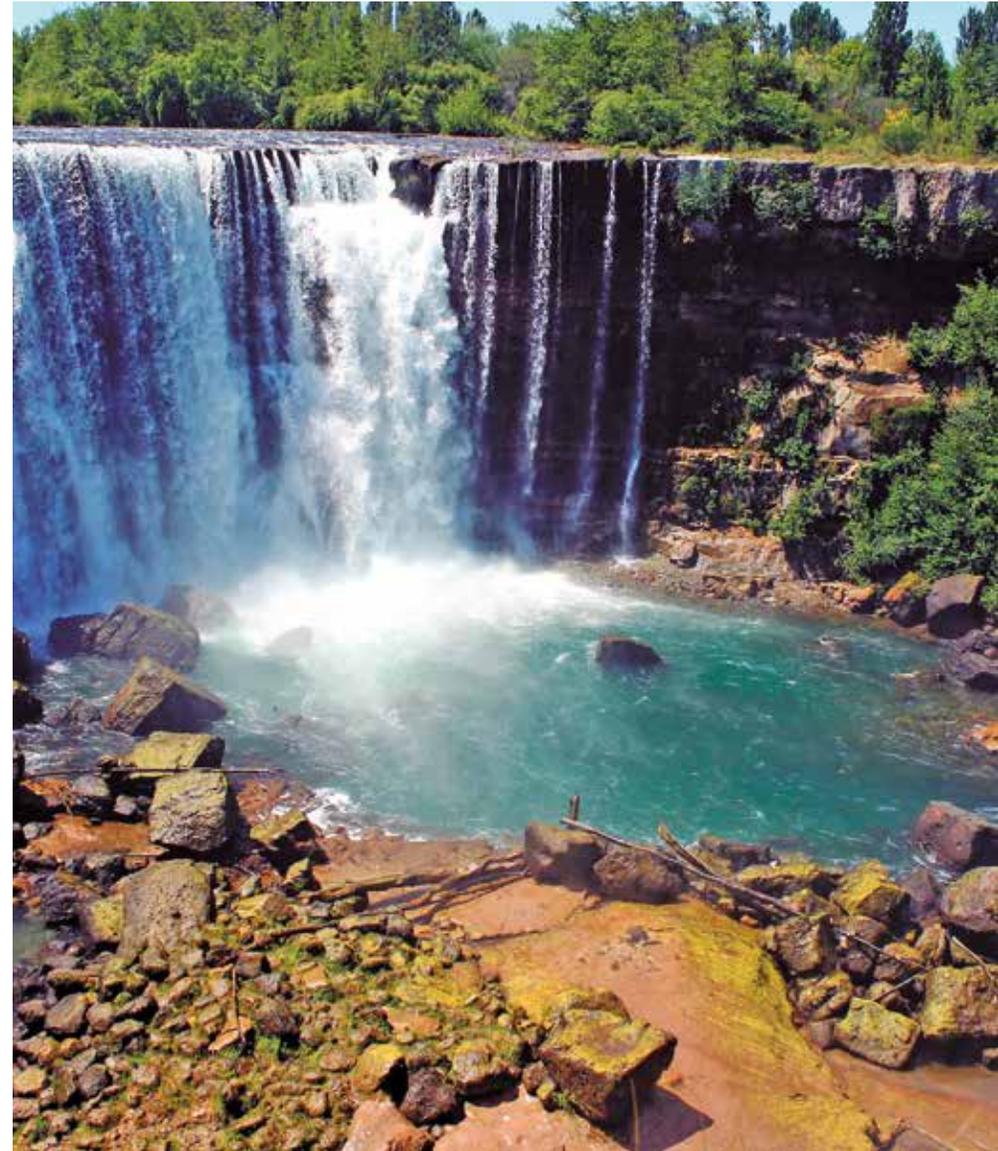
La situación más llamativa y preocupante en el río Laja es el incremento de tres a cinco especies introducidas en estas décadas, sumándose a las truchas y gambusias, las especies *C. carpio* (carpa) y *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) o pez dorado. Esta es la primera vez que se cita al pez dorado para toda la cuenca del río Biobío, lo cual, lejos de ser una buena noticia, es un claro indicador de que la ictiofauna también se encuentra con una mayor degradación en este tributario que siempre se describió como de mejor calidad.

Además de la composición de especies, en el río Laja se ha alterado la proporción del número de individuos por especie que lo habitan. Tal como se aprecia en la Figura 2, en 1992, las especies que presentaban mayor abundancia proporcional (en porcentaje) eran las nativas pejerrey, carmelita y bagre. También, existía una proporción menor, pero importante, de gambusias.

En la actualidad (2016-2017), los pejerreyes siguen siendo proporcionalmente más abundantes, pero disminuye la importancia (abundancia) de las carmelitas y los bagres. Por el contrario, aumenta la proporción de las especies introducidas e indicadoras de malas condiciones ambientales, tales como las carpas y gambusias.

Cabe destacar que esta comparación agrupa la información de todas las especies a lo largo de todo el río. Sin embargo, las especies se distribuyen de manera diferente a lo largo de éste. En el río Laja, la zona alta es habitada principalmente por truchas (café y arcoíris), carmelitas y bagres. Las demás especies se suman hacia aguas abajo, aproximadamente desde el puente en Tucapel hacia abajo.

Resulta llamativo que actualmente las gambusias y carpas están presentes, y son abundantes, desde aguas arriba del Salto del Laja hasta la confluencia con el río Biobío. También se debe notar que, a diferencia de 1992, actualmente, el río Laja presenta tres nuevas centrales hidroeléctricas: Rucúe, Quilleco y Laja. Estas han intervenido el curso principal del río y el tributario, río Rucúe. Algunos de sus efectos fueron estudiados por Habit *et al.* (2007), reportándose una reducción de las abundancias de truchas y carmelitas durante la fase de construcción y operación de la central Rucúe.



## Otros datos relevantes

Cinco de las 18 especies nativas descritas para la cuenca del río Biobío no fueron registradas directamente en los muestreos de Campos *et al.* (1993 a y b) o Ruiz (1996).

Se trata de *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758 (o Lisa), *Odontesthes brevianalis* (Günther, 1880), (Cauque de estuario), *Mordacia lapicida* (Gray 1851), (lamprea), *Brachygalaxias bullocki* (Regan 1908), (puyecito) y *T. chiltoni* (bagre). La presencia y persistencia de ellas en la cuenca se comentan a continuación.

Las dos primeras especies, lisa y cauque de estuario, son especies que habitan exclusivamente en las zonas estuariales o de desembocadura de los ríos. Tanto Campos (1993 a y b) como Ruiz (1996), no incluyeron esa zona del Río Biobío en sus estudios. Por ello, estas especies no aparecen nombradas directamente.

Sin embargo, Vila *et al.* (2006) capturó ejemplares de lisa, incluso hasta la altura de la Planta La Mochita en Pedro de Valdivia, es decir, a 11 km aguas arriba de la desembocadura. Vila *et al.* (1999) también citaron la presencia de la lisa, y del cauque de estuario en el río Biobío.

La presencia de la lamprea endémica de Chile, *M. lapicida* en la cuenca del río Biobío ha sido citada por Vila *et al.* (1999) y Ruiz & Marchant (1994). Estos últimos autores indican que la capturan "con frecuencia junto al canal La Mochita", pero no indican en qué años.

Respecto del bagre *T. chiltoni*, Vila *et al.* (1999) indicaron su presencia para la zona "superior" y "media" del río Biobío, pero no entregan sitios específicos. Por último, el puyecito fue descrito en por Oliver en el año 1940 para la cuenca del río Biobío (en Ruiz & Marchant 1994), sin embargo, no ha vuelto a ser capturada. De los numerosos muestreos de los autores de este capítulo, sólo se ha encontrado un ejemplar de puyecito en la zona baja del río Vergara, por ello, esta especie está probablemente extinta en este sistema fluvial.

Los hallazgos reportados para estas cinco especies no han sido ratificados posteriormente, lo cual resulta urgente para determinar el verdadero estado de estas poblaciones, y si siguen siendo viables en la cuenca.

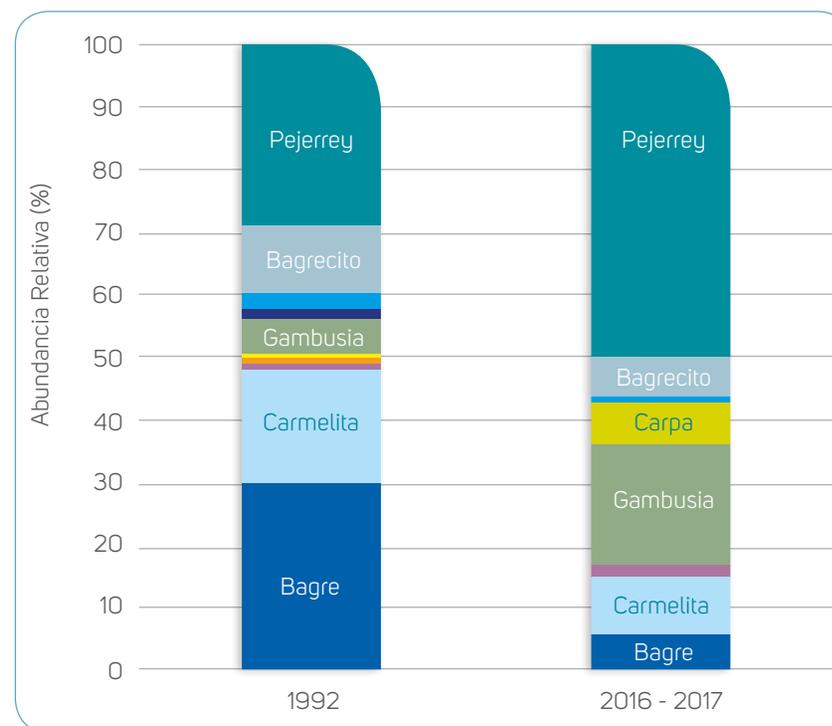


Figura 2.

Comparación de la abundancia proporcional de las especies descritas en el río Laja por Ruiz (1996) en sus muestreos de 1992 y en los muestreos 2016-2017 de los autores de este Capítulo. Las especies destacadas en el gráfico son: *Trichomycterus areolatus* (bagre), *Percilia irwini* (carmelita), *Gambusia holbrooki* (gambusia), *Cyprinus carpio* (carpa), *Bullockia maldonadoi* (bagrecito) y *Basilichthys microlepidotus* (pejerrey). Las especies incluidas, pero no mencionadas directamente son: *Salmo trutta* (trucha café), *Percichthys trucha* (perca trucha), *Oncorhynchus mykiss* (trucha arcoíris), *Nematogenys inermis* (bagre grande), *Geotria australis* (lamprea de bolsa), *Diplomystes nahuelbutaensis* (tollo), *Cheirodon galusdae* (pocha) y *Carassius carassius* (pez dorado).

## Los peces del Biobío muestran una fuerte degradación

Tal como se ha dicho, la cuenca del río Biobío es naturalmente la de mayor riqueza de especies de peces nativos en Chile. Sin embargo, existen dudas razonables sobre si esta biodiversidad se mantiene. Las especies que parecen estar más comprometidas en su conservación en este sistema fluvial son:

- Lamprea de bolsa (*Geotria australis*).
- Lamprea (*Mordacia lapicida*).
- Puyecito (*Brachygalaxias bullocki*).
- Perca Negra (*Percichthys melanops*).
- Bagre grande (*Nematogenys inermis*).

Más allá que sigan existiendo las mismas especies en el río, es también muy importante conocer en qué estado están las poblaciones de cada una de esas especies, lo cual requiere un análisis más profundo. Por ahora, y con los antecedentes que se entregan en este capítulo, es claro que existen varias especies nativas a las que se les ha alterado sus distribuciones y abundancias.

Además, se constata claramente que las especies introducidas han aumentado su número, distribución y abundancia en la cuenca, principalmente las indicadoras de malas condiciones ambientales como las carpas y gambusias. Ambos hechos combinados, reducción de especies nativas y aumento de especies introducidas, demuestran un grave estado de degradación de esta fauna de peces, la cual debe ser detenida y revertida de manera urgente.

Las causas precisas de esta degradación no son de fácil reconocimiento, ya que estos grandes cambios en las comunidades biológicas ocurren como respuesta a múltiples factores ambientales que operan a largo plazo.

Sin duda, en la cuenca del río Biobío, la combinación del efecto de la operación de canales de riego, centrales hidroeléctricas, industrias, ciudades, más los cambios del uso del suelo y la invasión de especies, se han sumado o potenciado, resultando en los cambios mayores de la ictiofauna descritos en este capítulo.

Un problema adicional a la conservación de los peces en el río Biobío es la enorme invasión actual de *Didymo*. La floración de esta microalga bentónica produce que el lecho del río resulte prácticamente tapizado, y con ello se pierden espacios valiosos entre el sustrato (piedras, bolones, etc.) que sirven de hábitat para muchas especies. Dichos espacios no solo son importantes para habitar, sino que son donde se encuentra el alimento (macroinvertebrados bentónicos) para los peces y donde ellos ponen sus huevos. Por ello, la floración de *Didymo* genera una importante pérdida de hábitat para las especies de peces.

Para avanzar en el conocimiento y, principalmente, en la remediación de esta situación, es importante reconocer los efectos que están ocurriendo sobre cada una de las especies nativas. Por ejemplo, ¿qué está ocurriendo con las poblaciones de tollos o carmelitas que están quedando fragmentadas entre los muros de las centrales hidroeléctricas?, ¿cómo están respondiendo las poblaciones de bagres o pejerreyes a los potenciales efectos reproductivos (endocrinos) de los efluentes de celulosa?, ¿es posible que se mantengan los bagres grandes en la cuenca habitando solo en los tributarios?, ¿cuántas especies más se verán afectados si se extrae agua del río para una eventual carretera hídrica?, ¿resiste esta ictiofauna nuevas intervenciones?. Estas y muchas otras preguntas requieren más investigación científica para ser respondidas.

## Debemos proteger y salvar la ictiofauna del Río Biobío

Como se ha dicho, la situación de conservación de la fauna de peces del Río Biobío es muy delicada, y su recuperación es una obligación para el país. Ningún país del mundo puede darse el lujo de destruir su biodiversidad, pero, además, los países como Chile, que firmaron en Convenio de Diversidad Biológica (Decreto N° 1.963 / 1994 del Ministerio de Relaciones Exteriores; con vigencia internacional desde el 6 de mayo de 1995) y están dentro de la OCDE (<http://www.oecd.org/chile/>) tienen el deber de proteger estos valiosos recursos biológicos.

A continuación, presentamos algunas ideas de cómo prevenir que se continúe deteriorando la ictiofauna y cómo revertir la degradación descrita, propuestas que consideran tres niveles: (a) a nivel de políticas, planes y programas públicos; (b) a nivel de los usuarios de las aguas del río Biobío y; (c) a nivel de la ciudadanía en general.

### (a) Políticas, planes y programas públicos

La gestión integrada de cuencas hidrográficas es vital para lograr la compatibilidad del uso de los recursos con la conservación de la biodiversidad. Este instrumento de gestión ambiental no existe legalmente en nuestro país, sin embargo, su implementación es urgente si se desea lograr la sostenibilidad. Actualmente, el instrumento que más opera en Chile es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), el cual, aunque establezca que debe evaluar los impactos acumulativos y sinérgicos, lamentablemente tiene una visión muy parcializada de caso a caso, o proyecto a proyecto.

Un ejemplo de ello es la evaluación de la cuarta central hidroeléctrica en el río Biobío: la Central Rucalhue, para la cual no se evaluó apropiadamente qué implica para la ictiofauna poner un cuarto embalse y un cuarto muro en el curso principal del río. Ello se debe a que el área de influencia que se delimitó, solo consideró el tramo directamente impactado en el río y no considera el área de distribución ni el estado actual de las poblaciones de peces de las especies que se verán afectadas.

Las preguntas apropiadas que debieran hacerse en este caso son, por ejemplo, ¿Qué significará un cuarto muro para las ya fragmentadas poblaciones de tollos, carmelitas, puyes, etcétera?, ¿cuáles son las probabilidades de lograr recuperar poblaciones del bagre grande o lamprea en el cauce principal del río, si además ponemos un cuarto muro?, etcétera.

Es decir, preguntas que van más allá de dónde se instala un nuevo proyecto, sino más bien, preguntas a escala de cuenca hidrográfica, que es donde se desarrollan las poblaciones de peces. En este sentido, las evaluaciones de impacto ambiental dentro del SEIA, aun cuando consideren proyecto a proyecto, tienen el deber de hacer correctas delimitaciones de área de influencia para cada componente afectado.

En el caso de los peces, el área de influencia debe considerar la condición de las poblaciones de cada especie a escala de cuenca, y según eso, bajar la escala a tramo, si corresponde. No corresponde que *a priori* se utilice el criterio de solo analizar a escala de sitios o tramos, sin ver el todo (visión holística de cuenca).

En segundo lugar, a este nivel es importante que las autoridades ambientales con competencia en el tema, protejan de manera activa las poblaciones que van quedando de las especies con problemas serios de conservación en la cuenca. Asociado a ello, utilizar y potenciar la investigación científica y educación ambiental como instrumentos de gestión ambiental, tal como lo indica la Ley. Se puede generar, por ejemplo, un programa amplio de educación ambiental sobre los peces de aguas continentales de Chile.

Por último, permitir, incentivar y planificar la erradicación de todas las especies exóticas presentes en la cuenca. Las carpas, gambusias, peces dorados y truchas, son una amenaza constante a los peces nativos de la cuenca, que se suma y potencia a todas las demás.

La erradicación es una medida extremadamente difícil de lograr, pero la disminución de las abundancias de todas esas especies, permitiría "aliviar" la presión sobre todas las especies nativas del río. Por ello, todos los esfuerzos son valiosos.

### (b) A nivel de los usuarios de las aguas del Río Biobío

Así como algunos de los grandes usuarios de este cuerpo de agua han llevado por 25 años el Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Río Biobío, muchos podrían unir esfuerzos de sus programas de manejo y seguimiento ambientales en actividades conjuntas que permitieran la conservación de su ictiofauna.

Algunas iniciativas conjuntas que se sugieren para implementar son las siguientes:

- Extracción coordinada de truchas de los embalses, mediante actividades que involucren a las comunidades.
- Centro de cultivo de peces nativos, el cual podría ser de financiamiento público-privado.
- Restauración de hábitats fluviales en tramos tributarios y cauce principal del río.
- Plan de seguimiento de las poblaciones a lo largo del río de manera coordinada para generar información de alto valor para el manejo.

### (c) a nivel de la ciudadanía en general

Todas las personas pueden ayudar con acciones simples y cotidianas a salvar esta biota, ejemplo de esto es:

- Nunca tirar basura a los ríos, o mejor aún, retirar basura de las riberas.
- No quemar zonas ribereñas y prevenir que ocurra.
- Denunciar cualquier acto extraño en el río, como maquinaria en el cauce, lavado de vehículos o tractores, eliminación de desechos, etc.
- Si se hace pesca, siempre devolver las especies nativas (bagres, percas, pejerreyes) y extraer todas las que sean introducidas, aunque no se vayan a consumir (carpas, peces dorados, truchas).

Con este capítulo, el Centro EULA pretende contribuir a comprender por qué la valiosa ictiofauna del río Biobío se encuentra severamente degradada en relación a lo que describió el Dr. Hugo Campos y su grupo de trabajo, hace 30 años atrás. Por ello, se espera que, con este aporte, más instituciones y personas, pongan atención y esfuerzos en su recuperación y conservación.





# EULA - CHILE

*Odontesthes mauleanum*

## Referencias Bibliográficas

- Campos H, Ruiz V, Gavilán JF & Alay F. 1993. Peces del Río Biobío, Serie: Publicaciones de divulgación. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 100 pp.
- Campos H, Gavilán JF, Alay F & Ruiz V. 1993. Comunidad íctica de la hoya hidrográfica del río Biobío. En: Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y fluvial del río Biobío. Universidad de Concepción, Chile, 409 pp.
- Dyer B. 2000. Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. *Estudios Oceanológicos* 19: 77-98.
- Habit E, Belk M, Tuckfield C & Parra O. 2006. Response of the fish community to human-induced changes in the Biobío River in Chile. *Freshwater Biology* 51: 1-11.
- Habit E, Belk M. & Parra O. 2007. Response of the riverine fish community to the construction and operation of a diversion hydropower plant in central Chile. *Aquatic conservation: marine and Freshwater ecosystems* 17(1): 37-49.
- Ruiz VH. 1996. Ictiofauna del río Laja (VIII Región, Chile): una evaluación preliminar. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 67: 15-21.
- Ruiz V. & Marchant M. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 365 pp.
- Vila I, Fuentes L & Contreras M. 1999. Peces límnicos de Chile. *Boletín del Museo de Historia Natural* 48: 61-75.
- Campos H, Ruiz V, Gavilán JF & Alay F. 1993. Peces del Río Biobío, Serie: Publicaciones de divulgación. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 100 pp.
- Campos H, Gavilán JF, Alay F & Ruiz V. 1993. Comunidad íctica de la hoya hidrográfica del río Biobío. En: Evaluación de la calidad del agua y ecología del sistema limnético y fluvial del río Biobío. Universidad de Concepción, Chile, 409 pp.
- Dyer B. 2000. Systematic review and biogeography of the freshwater fishes of Chile. *Estudios Oceanológicos* 19: 77-98.
- Habit E, Belk M, Tuckfield C & Parra O. 2006. Response of the fish community to human-induced changes in the Biobío River in Chile. *Freshwater Biology* 51: 1-11.
- Habit E, Belk M. & Parra O. 2007. Response of the riverine fish community to the construction and operation of a diversion hydropower plant in central Chile. *Aquatic conservation: marine and Freshwater ecosystems* 17(1): 37-49.
- Ruiz VH. 1996. Ictiofauna del río Laja (VIII Región, Chile): una evaluación preliminar. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 67: 15-21.
- Ruiz V. & Marchant M. 2004. Ictiofauna de aguas continentales chilenas. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 365 pp.
- Vila I, Fuentes L & Contreras M. 1999. Peces límnicos de Chile. *Boletín del Museo de Historia Natural* 48: 61-75.





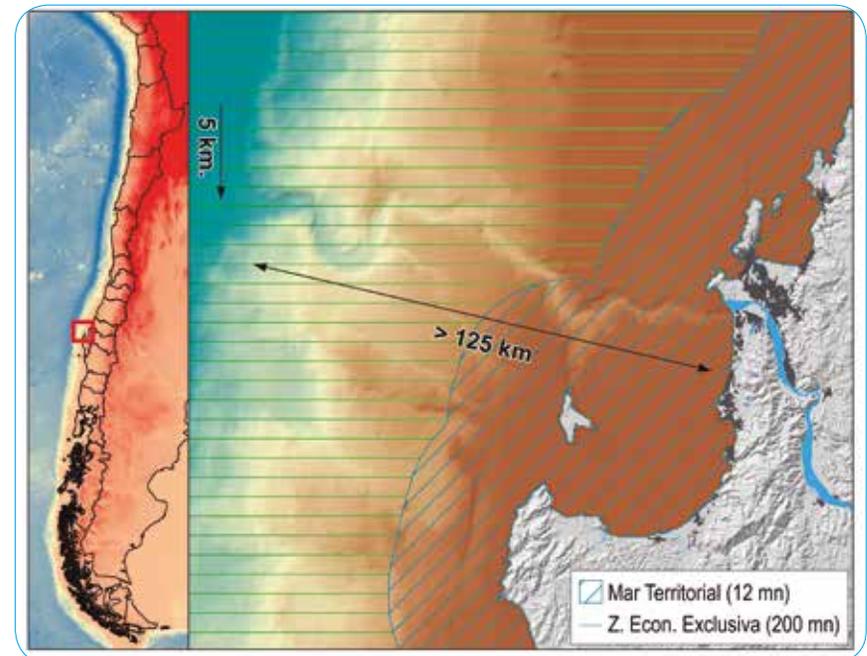
# CAPÍTULO 7

## SISTEMA COSTERO ADYACENTE A LA CUENCA DEL BIOBÍO

Luisa Saavedra  
Cristian Vargas

### 1. Introducción

La cuenca del Biobío es un sistema continuo que nace en la cordillera pasando por los valles centrales hasta desembocar en el mar. Por esto al considerar la cuenca no podemos dejar de mencionar la zona costera en la cual se diluyen las aguas del río y se deposita el material sólido que éste arrastra. El río Biobío tiene una gran importancia para el sistema costero, ya que aporta muchos nutrientes y materia orgánica que explican en parte la alta productividad de la zona costera de Chile Central.



**Figura 1.**

Ubicación del Golfo de Arauco y el Río Biobío, donde se observa el cañón del río Biobío, el mar territorial y la zona económica exclusiva.



La cuenca marina costera que forma parte de la extensión submarina de la cuenca hidrográfica del Biobío es el Golfo de Arauco (Figura 1), que consiste en un cuerpo de agua situado en un área semicerrada que tiene como límites la punta Lavapié al sur, comuna de Arauco, y la Península de Hualpén al norte, comuna de Hualpén. En su extremo occidental se localiza la Isla Santa María, que genera dos entradas de agua, la Boca Grande al norte y la Boca chica al oeste. En el extremo norte del Golfo desemboca el río Biobío, que forma un gran cañón submarino. El Golfo de Arauco posee una pendiente relativamente suave, con profundidades de no más de 40 m en el centro del Golfo y mayores a 60 m en la Boca grande. La suave pendiente es intersectada en la zona norte por el cañón submarino del río Biobío que puede alcanzar una profundidad de 4500 m (Figura 1).

El Golfo de Arauco es un sistema muy productivo y que ha sostenido históricamente una de las pesquerías más relevantes del país (Montecino *et al.* 2009). Esta alta productividad biológica se debe principalmente a tres procesos:

- 1) Los eventos de surgencia costera producidos por los intensos vientos del sur que dominan durante Primavera- Verano (Saavedra 1980).
- 2) El aporte de agua dulce desde el río Biobío.
- 3) La batimetría caracterizada por un cañón submarino muy profundo.

La columna de agua del Golfo está formada por cuatro masas de agua (Figura 2) que poseen un origen y características diferentes:

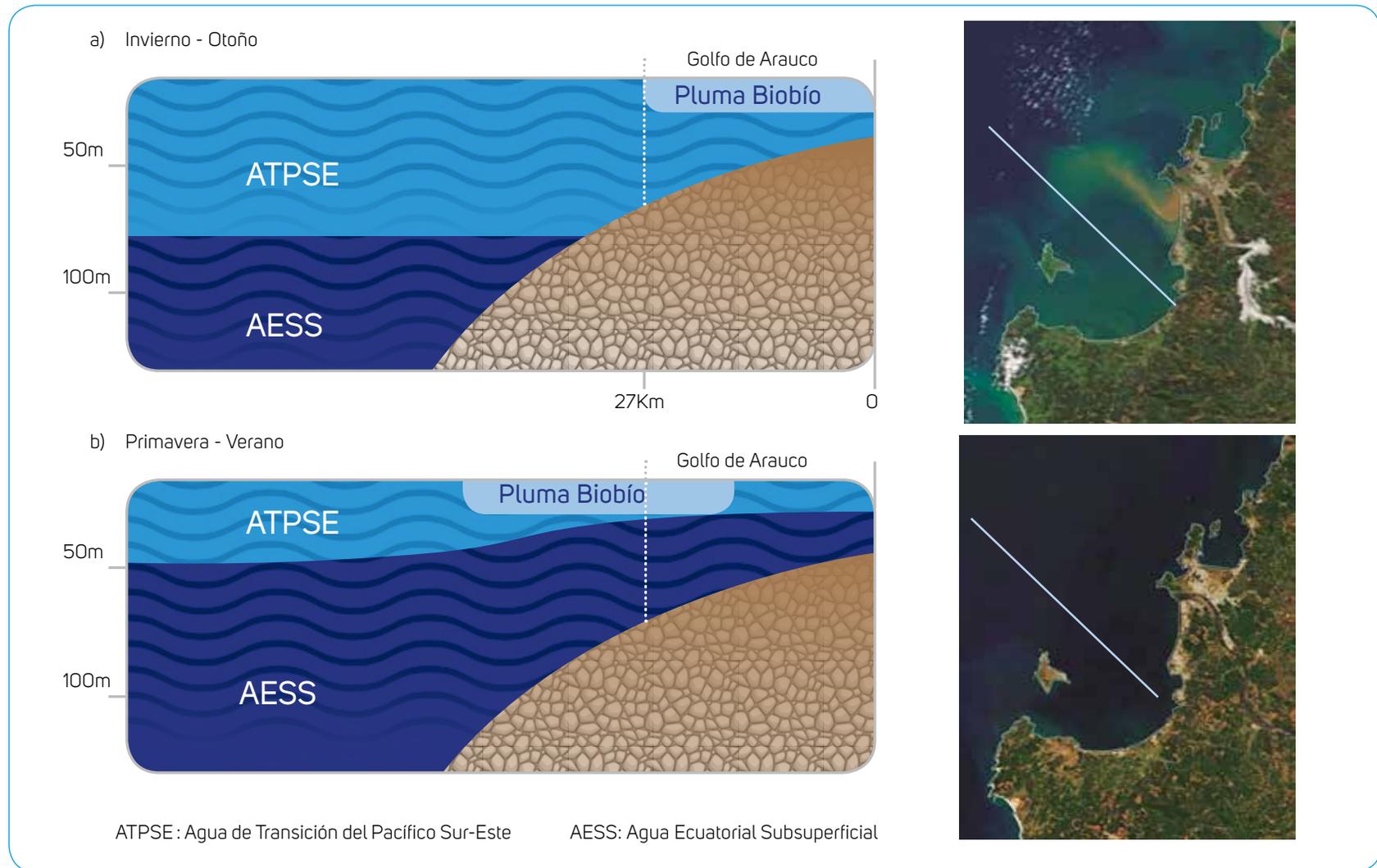
**(I) Agua de origen fluvial**, proveniente principalmente del río Biobío, que ocupa la capa más superficial de la columna de agua, especialmente durante el invierno. Durante este período del año la pluma del río se dirige hacia el sur pegada a la costa del Golfo de Arauco, lo que disminuye la salinidad (~33psu) de la columna de agua hasta profundidades de 25 m o más.

**(II) Agua de transición del Pacífico Sureste (ATPSE)** que se ubica entre 0 y 50 m y posee características diferentes dependiendo de la estación del año: ATPSE-invierno: temperatura entre 12 y 13,2°C y salinidad <34,1; ATPSE-verano: temperatura >13°C y salinidad entre 34,1 y 34,5.

**(III) Aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS)** que se forman en el ecuador, entre 100 y 380 m, con bajo contenido de oxígeno, temperatura de 13°C y alto contenido de nutrientes (Sobarzo *et al.* 2007).

**(IV) Agua Intermedia Antártica (AIAA)** bajo los 400 m de profundidad, esta masa de agua solo podría estar presente en el Cañón del Biobío.

Esta caracterización actual de las masas de agua presentes en el Golfo se diferencia levemente de lo que se informó hace 26 años en la Serie de Monografías publicadas en el año 1993 por el Centro EULA, donde se mencionaba la presencia de 4 cuerpos de agua: Agua de origen Fluvial; Agua subantártica con influencia continental; Aguas de la Zona de Transición y Aguas Ecuatoriales subsuperficiales (Sobarzo *et al.* 2007).



**Figura 2.**

El esquema representa en forma gráfica las masas de agua presentes en el Golfo Arauco durante a) Invierno - otoño y b) Primavera - verano. Siendo este esquema el corte transversal de la línea presentada en el corte.

En cuanto a los procesos físicos que determinan la variabilidad temporal del Golfo, es relevante destacar a la "surgencia costera", que es un proceso generado en todos los sistemas de corrientes del borde occidental de los continentes. Se origina por el efecto del viento que proviene del sur (en el hemisferio sur) generando un transporte de Ekman fuera de la costa y una penetración de aguas más profundas que se elevan hacia la superficie en la costa (Figura 2). En la zona central de Chile (30- 40°S) esta surgencia se presenta durante la primavera y el verano debido al movimiento hacia el sur del Anticiclón del Pacífico Suroriental, por lo que predominan los vientos del sur. Durante esta época del año, se produce una penetración de AESS por el fondo del Golfo de Arauco, desde el sur-oeste, entrando por la boca grande del golfo y generando una circulación antihoraria dentro del mismo (Parada *et al.* 2001). El ascenso de esta masa de agua produce una fuerte estratificación ya que las aguas que suben poseen temperaturas  $< 11\text{ }^{\circ}\text{C}$ , que contrastan con las aguas superficiales que alcanzan normalmente  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Además de la baja concentración de oxígeno de esta masa de agua, el ascenso de aguas ricas en nutrientes genera un rápido aumento de los productores primarios (fitoplancton), con lo que luego se produce una mayor disminución del oxígeno, por la respiración heterótrofa. Esto resulta en aguas hipóxicas (oxígeno  $< 2\text{ ml L}^{-1}$ ) en la zona costera de Golfo durante la primavera y el verano. Estas aguas pobres en oxígeno pueden afectar a los recursos pesqueros, siendo esta una posible explicación a las frecuentes varazones de peces, moluscos y crustáceos observadas durante este periodo del año (Hernández *et al.* 2012).

Durante los meses de invierno el Anticiclón del Pacífico se mueve hacia el norte, generando una mayor frecuencia y magnitud de vientos del norte que producen un proceso inverso a la surgencia llamado "downwelling" (Aguirre *et al.* 2012). En este periodo del año el Golfo es influenciado por el aporte de agua dulce de las precipitaciones y la descarga de los ríos que desembocan en esta zona costera, entre los que se encuentran el río Biobío, Laraquete, Llico, Tubul, Raquí, Carampangue, Chivilingo y Maule. Estos ríos aportan aguas de baja salinidad y menor densidad que permanecen en la capa superficial de la columna de agua marina, generando una estratificación vertical. La pluma de menor salinidad ( $< 33,8\text{ psu}$ ) del río Biobío puede extenderse desde la costa hasta 70 – 233 km mar afuera durante el invierno (Faúndez-Baez *et al.* 2001). Además, se ha demostrado que en esta época del año se produce un flujo de agua dulce que penetra al Golfo de Arauco (Figura 3) (Sobarzo *et al.* 2007, Leniz *et al.* 2012) con un fuerte impacto sobre los primeros 15 m y disminuyendo la salinidad hasta los 20–25 m<sup>2</sup>. Debido a esta relevante descarga de agua dulce, se produce un sistema estuarino fuera de la desembocadura del río Biobío (Valdovinos 2004). En el extremo sur del Golfo se localiza el estuario

Tubul, el cual recibe el aporte de dos ríos: Tubul y Raquí y posee extensas áreas de marismas, por lo que se le considera uno de los estuarios más relevantes del centro de Chile. La relevancia de la descarga de agua dulce a este sistema costero, radica en el aporte de una gran cantidad de ácido silícico, nitrato y ortofosfato (Sanchez *et al.* 2008), que pueden ser exportadas a las zonas costeras adyacentes, para ser utilizados por el fitoplancton (Leniz *et al.* 2010). Este sería, por lo tanto, otro proceso relevante para la mantención de una alta productividad biológica y para la agregación de larvas de peces pelágicos en esta zona costera (Landaeta & Castro 2006).

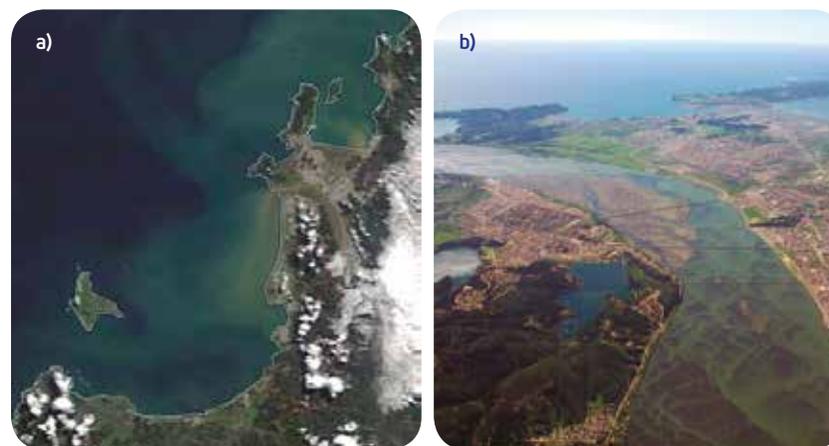


Figura 3.

Imagen satelital de pluma del río Biobío el día 25 de Agosto de 2017 (<https://worldview.earthdata.nasa.gov>) (b) Foto aérea de la desembocadura del río Biobío y vista panorámica de las ciudades de Concepción, San Pedro de la Paz y Chiguayante.

Gracias a los procesos físicos señalados, la plataforma costera adyacente al río Biobío es considerada una de las más productivas del sistema de corrientes de Humboldt, alcanzando tasas de productividad de  $5\text{--}9\text{ gC m}^{-2}\text{ d}^{-1}$  en primavera-verano (Daneri *et al.* 2000; Romero *et al.* 2007); Esta productividad es el resultado de varios factores simultáneos, que van más allá de los nutrientes aportados por la surgencia costera, tales como la influencia de agua dulce, carbono y nutrientes desde los ríos (Iriarte & Bernal 1990), que se asocia a una alta biomasa de productores primarios, bentónicos y demersales. El tamaño del Golfo también es un factor relevante para la sostenibilidad de una alta biomasa fitoplanctónica durante gran parte del año, ya que el ancho del Golfo es levemente superior al radio de deformación

de Rossby, por lo que los vientos del sur producen un levantamiento de la pycnoclina en la costa **sur-este** (Isla Santa María), mientras que los **vientos del norte** producen un efecto contrario, originando fertilización con nutrientes a la capa superficial en el **sector oeste** del golfo. Esto genera una continua disponibilidad de nutrientes y una sobreproducción de biomasa fitoplanctónica que puede ser exportada a zonas adyacentes al golfo. Esto permite, a su vez, la presencia de importantes cardúmenes de peces pelágicos en áreas cercanas a la boca del golfo, siendo esta zona relevante para el desove y reclutamiento de importantes recursos pelágicos (Soto - Mendoza *et al.* 2012)

### Impacto del río Biobío en la productividad y biogeoquímica de la zona costera

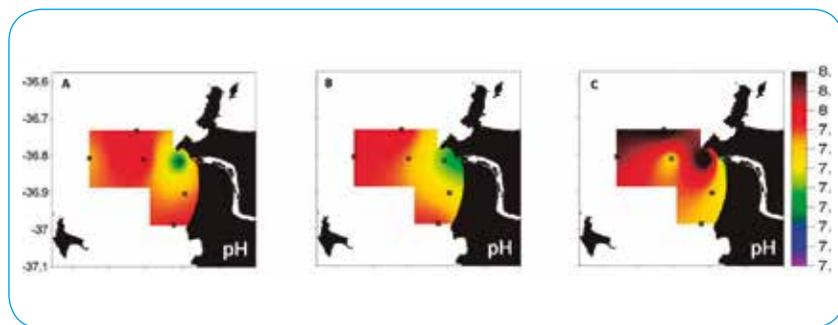
Los ríos sin lugar a duda constituyen la interfase entre el ecosistema terrestre y el oceánico. Aproximadamente el 40% del agua dulce que entra al océano es transportada por grandes ríos, descargando más de  $35 \times 10^9$  toneladas de sólidos disueltos y particulados anualmente (Soto-Mendoza *et al.* 2012). Un reciente estudio evaluó la influencia de la pluma del río Biobío sobre las condiciones físico/químicas relacionadas con la abundancia/biomasa del microfitoplancton en condiciones de otoño-invierno, mediante tres campañas de muestreo en el curso inferior del río Biobío y en la zona costera adyacente (Leniz *et al.* 2010). Además realizaron una cuantificación preliminar de los flujos de nutrientes fluviales, sílice disuelta y el flujo de carbono fitoplanctónico al océano adyacente. Los resultados mostraron altas concentraciones de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y ácido silícico ( $\text{Si(OH)}_4$ ) ( $>18$  y  $50 \mu\text{M}$ , respectivamente) en el curso inferior del río durante el periodo de muestreo. El efecto de la descarga del río Biobío se observa incluso en las aguas costeras adyacentes, dentro de la pluma del río, donde la concentración de  $\text{Si(OH)}_4$  fue también alta. En todas las muestras, la más alta biomasa microfitoplanctónica ( $>5000 \mu\text{gC m}^{-3}$ ) estuvo asociada a la porción baja del río y las aguas de la pluma que se estaban moviendo hacia el sur (Figura 2a). Una evaluación preliminar del flujo de carbono fitoplanctónico y nutrientes hacia el océano costero adyacente, mostró que cerca de 1 a 5 toneladas  $\text{C d}^{-1}$ , asociado a comunidades del fitobentos y/o fitoplancton son exportadas hacia el océano adyacente. Junto con lo anterior, más de 200 y 1000 tons  $\text{d}^{-1}$  de nitrógeno inorgánico y sílice, respectivamente, son exportadas hacia las aguas del Golfo de Arauco (Leniz *et al.* 2010). Asociado a esto, Vargas *et al.* (2013) demostró significativos aportes de carbono orgánico disuelto que son exportados al océano adyacente y utilizados por toda la comunidad microbiana asociada a este ecosistema marino.

Los sistemas fluviales poseen, por lo general, un pH más ácido (6,0 a 7,0) en relación al que posee el agua de mar (8,0 a 8,3). Por lo tanto la descarga de los sistemas fluviales en las costas acidifica de manera natural estos ecosistemas (Salisbury *et al.* 2008). El proceso de acidificación natural producida por la descarga de agua dulce en la zona costera, podría verse intensificado debido a cambios en los usos de suelo (Raymond & Cole 2008) y el cambio climático. Lugares con presencia de actividades agrícolas y centros urbanos han sido fuertemente relacionados con el incremento en contribuciones de carbono inorgánico (Barras & Raymond 2009). Estas modificaciones alteran la química de los carbonatos, ya que al aumentar las concentraciones de carbono inorgánico el pH se hace más ácido, disminuyendo la concentración de carbonatos y con esto el estado de saturación del carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$  (Daney *et al.* 2009) exportando aguas más ácidas hacia las zonas costeras.

Los antecedentes para nuestra región indican que la descarga de agua dulce de ríos puede modificar la biogeoquímica de la zona costera, modificando los niveles de pH y carbono inorgánico disuelto (DIC), tal como se observa en la Figura 4, para la pluma del río Biobío durante la primavera, cuando la descarga del río puede bajar el pH de las aguas costeras desde 8,0 – 8,2 a valores cercanos a 7,5 (Vargas *et al.* 2016). Aunque estas diferencias parecieran ser pequeñas, se debe recordar que la naturaleza de la escala de pH, es logarítmica, en consecuencia estos cambios representan cerca de un 30 a un 40% de acidez, lo cual es altamente significativo para los organismos marinos, sobre todo para moluscos calcificadores, los cuales podrían sufrir de efectos sub-letales. De hecho, algunos calcificadores como el chorito maico (*Perumytilus purpuratus*), ha desarrollado un periostraco más grueso en organismos expuestos a descargas más ácidas en aguas de plumas de ríos (Lagos). Se debe tener presente, que eventos locales de bajas de oxígeno ( $< 1 \text{ ml L}^{-1}$ ) por procesos de eutroficación natural y/o antropogénica, pueden llevar también a niveles menores de pH, producto de la respiración de la materia orgánica y subsecuente liberación de  $\text{CO}_2$ . Por ejemplo, las aguas sub-superficiales asociadas a los eventos de surgencia en la octava región, se caracterizan por bajos niveles de oxígeno, bajo pH y sobre-saturadas en  $\text{CO}_2$  (Torres *et al.* 2011).

Recientemente, Pérez *et al.* (2015), ha mostrado además que la descarga de agua dulce del río Biobío, puede exportar aguas de bajo pH y alto contenido de carbono inorgánico disuelto (DIC), el cual puede generar procesos de acidificación local en el área de la pluma del río, sub-saturando las aguas en términos del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), lo cual puede tener efectos negativos, tanto para organismos fitoplanctónicos calcificadores, como

otros invertebrados marinos que habitan estas zonas de influencia de ríos (e.g. moluscos y equinodermos). En consecuencia, este flujo de carbono y nutrientes puede llegar a desempeñar un papel importante en la alta productividad biológica de esta área de surgencia costera. Es así como los resultados de estos estudios demuestran la importancia de poder realizar programas de observación de más largo plazo que consideren estas fuentes de carbono alóctono en los balances de carbono para la zona del Golfo de Arauco, así como poder establecer el destino del material que es llevado por el río Biobío y su utilización por niveles tróficos superiores en las tramas tróficas del océano costero adyacente. Los antecedentes de nuestros estudios realizados durante los últimos 15 años (Vargas *et al.* 2003, Vargas *et al.* 2016, Pérez *et al.* 2016), han demostrado que cualquier programa de monitoreo e investigación de la zona costera adyacente a una descarga de tipo fluvial, debería en consecuencia involucrar al menos, ciertos parámetros esenciales, tales como, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, Alcalinidad Total, Carbono Orgánico (COD) e inorgánico disuelto (CID), y nutrientes inorgánicos.



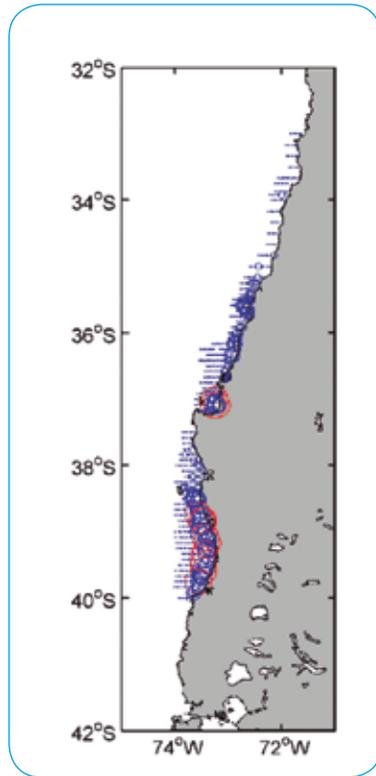
**Figura 4.** Distribución superficial del  $\text{pH}_{25}^{\circ\text{C}}$  espectrofotométrico medido durante (A) verano (B) invierno y (C) primavera en el área de la pluma del Río Biobío (Vargas *et al.* 2016)

Un factor relevante de considerar al realizar estudios de la biogeoquímica de un sistema costero influenciado por ríos, es la variabilidad temporal intranual, que en esta latitud depende principalmente de la estacionalidad y de la influencia de eventos climáticos de mayor escala como El Niño. Esto se ve reflejado en la variabilidad de la química del agua, ya que durante el verano se pueden presentar aguas costeras más ácidas ( $\text{pH} < 7,5$ ) y poco oxigenadas ( $< 2 \text{ ml L}^{-1}$ ) producto de las intensas surgencias costeras gatilladas por los vientos del sur (Saavedra *et al.* en preparación).

## Biodiversidad y Pesquería

Gracias a las favorables condiciones oceanográficas y biogeoquímicas descritas anteriormente, la zona costera adyacente a la desembocadura del río Biobío (hasta ca 35-40 millas de la costa), y especialmente el Golfo de Arauco, posee una enorme productividad primaria que sostiene una de las principales pesquerías del país, lo que le confiere a esta zona una gran importancia económica, social y ecológica (gran abundancia y baja diversidad de especies) (Cubillos & Arancibia 1993). La captura pelágica tiene como principales recursos la anchoveta, la sardina común, el jurel, la caballa y la sardina austral, así como especies secundarias o fauna acompañante como el mote, jibia, cojinoba, sierra, agujilla, entre otros (Aranis *et al.* 2013). Entre las especies asociadas a aguas más profundas (demersales) se encuentran el langostino colorado, la merluza común y el congrio negro. La pesca artesanal ( $< 18 \text{ m}$  eslora) extrae principalmente sardina común, bacalao de profundidad, congrio negro, congrio dorado, congrio colorado y merluza común, desde las 5 primeras millas náuticas de la costa (Della Crace *et al.* 1992).

Diferentes estudios han establecido que esta zona costera resulta importante por ser utilizada como centro de desove y reclutamiento de especies epipelágicas y mesopelágicas, tales como sardinas y anchovetas (Cubillos & Arcos 2002) y la merluza común (Landaeta & Castro 2006). Esta última especie presenta dos estaciones de desove (en mitad de primavera y verano tardío) y las larvas son retenidas dentro del Golfo por al menos 2 semanas. Para el caso de los pequeños pelágicos, la sardina y anchoveta se congregan en la zona costera, donde la distribución de los huevos no supera las 20 millas náuticas (mn) desde la costa, mientras que los juveniles y adultos se mantienen dentro de las 20-30 mn. Las mayores abundancias de adultos y juveniles se encuentran dentro de las primeras 5- 10 mn asociados a focos de surgencia y con la desembocadura de los ríos. La temporada reproductiva de la anchoveta se concentra entre los meses de agosto y octubre, y la duración de este período reproductivo es de 3 a 4,5 meses (Vásquez *et al.* 2001). El reclutamiento es más relevante durante los meses de invierno debido a una mayor retención cerca de la costa, mientras que en el verano se genera un transporte costa afuera y a lo largo de la costa por filamentos de surgencia (Parada *et al.* 2001). Dependiendo de las condiciones oceanográficas, esta zona costera también es relevante para el reclutamiento de la sardina común, siendo una de las principales regiones de pesca de esta especie en el país (Figura 6).



**Figura 5.**

Ubicación de la zona de desove de anchoveta en la costa del Biobío, para el año 2002. Imagen obtenida de FIP-201435 (Landaeta & Castro 2006).

En el Golfo de Arauco existen actualmente 14 caletas de pescadores artesanales que extraen recursos pelágicos desde las primeras 5 millas náuticas, la que es llamada Área de Reserva para la Pesca Artesanal. Además, la nueva Ley de Pesca establece la primera milla marítima para el uso exclusivo de embarcaciones de menos de 12 metros de eslora. Entre estas caletas, las que más aportan con desembarques son la Caleta Lo Rojas (Coronel) y Lota Bajo, sin embargo todas han visto disminuido su desembarque en los últimos años (Sernapesca 2016).

Además de los recursos pelágicos, en el intermareal de la zona de Arauco existen recursos hidrobiológicos de importancia económica tales como *Concholepas concholepas* ("loco"), *Tagelus dombeii* (navajuela), *Mulinia sp* (taquilla) y *Ensis macha* ("navaja o huepo"), sin embargo estas especies han visto disminuida su biomasa por la extracción pesquera desmedida y variaciones ambientales (e.g., evento "El Niño", variaciones inter-decadales). Una de las medidas de manejo implementadas para la protección de estos y otros recursos, así como para la sustentabilidad de la pesca artesanal, fue la creación de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERBs), así como la futura implementación del Plan de Manejo del Golfo de Arauco para las principales pesquerías bentónicas del Golfo (Ley N°20.560) en conjunto con pescadores y el sector público. En total existen 21 AMERB en el Golfo de Arauco, de los cuales 11 se encuentran en la Bahía Coronel. Los principales recursos obtenidos desde estas áreas son: Locos, lapa negra, almeja, jaiba mora, cholga y navajuela.

En cuanto a la comunidad megafaunística bentónica de la plataforma costera del Golfo, cabe señalar que su riqueza y diversidad es baja debido en parte a las bajas concentraciones de oxígeno cerca del fondo (~0.5 ml L<sup>-1</sup> a > 40 m), donde además se generan altos niveles de amonio-nitrito, generando extensas comunidades procarióticas formadas principalmente por bacterias filamentosas del género *Thioploca*, que se consideran fenómenos particulares de este sistemas costero (Maier & Gallardo 1984)

En el sur del Golfo de Arauco destaca un ecosistema costero de gran importancia para la biodiversidad y productividad, el Humedal Tubul Raquí, que es un estuario intermareal de tipo marisma de 2.238 hectáreas, siendo uno de los más grandes del centro sur de Chile (Stuardo *et al.* 1993). Este ecosistema posee una gran diversidad y riqueza de especies de aves acuáticas durante el periodo de primavera, evidenciándose aproximadamente 83 especies de aves (antes del terremoto del 2010), de las cuales las más abundantes eran el pato jergón grande, el rayador, el zarapito y el zarapito de pico recto, contando también con especies en peligro, como el cisne de cuello negro y el cisne coscoroba. También había aves calificadas como vulnerables, como la bandurria, y otras que entran en la categoría de amenaza cercana, como el pelicano, el pato anteojillo y el gaviotín elegante. Además, esta zona era muy relevante para la pesca artesanal antes del terremoto del 2010, debido a la presencia del alga *Gracilaria chilensis* (pelillo) y a invertebrados como la navajuela y la jaiba estuarina (el cangrejo *Hemigrapsus crenulatus*) que prácticamente desapareció, al igual que los poliquetos,

producto de la desecación del fondo marino que se produjo como consecuencia del alzamiento de los terrenos, siendo su pérdida extremadamente grave para la cadena alimenticia del lugar. En el caso de la navajuela y la almeja (*Kingiella chilénica*) estas desaparecieron por completo. Otro recurso que se perdió totalmente, afectando en forma dramática a la comunidad, fue el pelillo, alga que antes del movimiento telúrico alcanzaba sólo en esa zona las 2 mil toneladas anuales de producción, la mayoría exportada a Japón.

### Dimensión ambiental y social del borde costero asociado al río Biobío

Las áreas costeras han sido siempre relevantes para el desarrollo de la humanidad, sin embargo, su alta complejidad geográfica dificulta una clara definición y el establecimiento de sus límites. Para la normativa chilena, se entiende como **borde costero** del litoral (Figura 6a.), la franja de territorio que comprende las playas, las bahías, golfos, estrechos y canales interiores y el mar territorial de la república. Su extensión comprende desde la línea de alta marea y 8 m de servidumbre en caso de propiedad privada y 80 m en caso de propiedad fiscal (D.S. N° 223/1968 Modificado por D.S. N° 660/1988). Por otra parte, desde la geografía se define la **Zona costera** como el área terrestre contigua a la costa (Figura 6a), de amplitud variable (3-12 km) y la superficie marítima adyacente (Pujadas & Font 1998). En el caso del Golfo de Arauco, comprende el área terrestre que se encuentra bajo la cota 60 m, entendiendo que este es el punto de quiebre geográfico que supone el comienzo de los relieves asociados a la Cordillera de Nahuelbuta. Además, ha sido calculada para el área de drenaje aportante al Golfo de Arauco, entendido como la porción marina entre la Península de Hualpén y la Punta Lavapié, e incluyendo la Isla Santa María, asociado a la plataforma continental. Además existe una **Zona de influencia costera** que es el área aportante en términos hidrográficos a todo el sistema marino del Golfo, sin considerar la cuenca del río Biobío (Figura 6a).

Además de su gran complejidad geográfica y oceanográfica, el Golfo de Arauco se caracteriza por una alta presión antropogénica que ha generado una multiplicidad de zonas asociadas a los usos del borde costero (Figura, 6b). Es así como en el norte del Golfo de Arauco se encuentran principalmente zonas de uso habitacional, industrial y portuario, mientras que en el sur se visibiliza un mayor uso forestal y de conservación de la naturaleza (Gobierno Regional 2015) (Figura, 6b). dado principalmente por el humedal

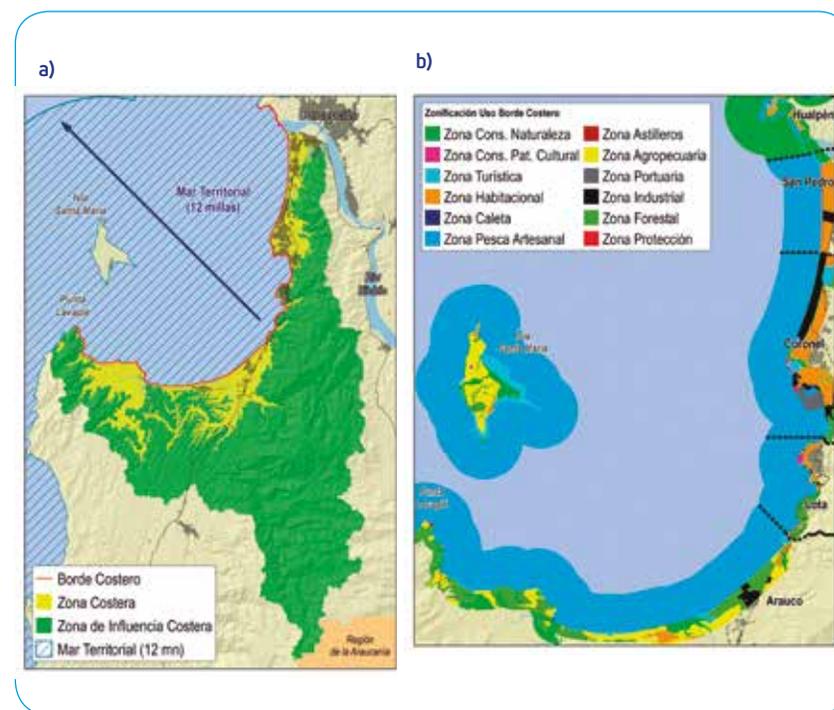


Figura 6.

Mapa del Golfo de Arauco con el detalle de (a) las diferentes zonas terrestres y marinas (elaborado por Jorge Féliz) y (b) la zonificación de la Zona costera (Elaboración propia a partir de "Proyecto análisis de riesgos de desastres y zonificación costera, región del Biobío". Código BIP 30098326, Gobierno Regional, 2015.

costero Tubul Raquil. Destaca además la presencia de Zonas turísticas en la Isla Santa María y en la comuna de Coronel. Por otra parte, la Zona de pesca artesanal abarca las 5 primeras millas de toda la costa, en lo que se denomina *Área de Reserva para la Pesca Artesanal*. Esta Zonificación de Usos preferentes del borde costero se generó desde el Gobierno Regional del Biobío y la Comisión Regional de Uso del Borde Costero, en función de generar propuestas de usos preferentes y actividades

compatibles para el borde costero Regional y fue elaborada participativamente para cada una de las comunas que forman parte del Golfo de Araruco (Gobierno Regional 2015). En el mapa de zonificación generado, se aprecia claramente la multiplicidad de usos y la sobrecarga de actividades antropogénicas en algunas zonas del Golfo, lo que genera problemas ambientales y sociales que son cada vez más frecuentes.

Desde la década de los 80 se ha producido un enorme crecimiento urbano (INE 2017) e industrial en la zona costera adyacente al río Biobío, lo cual ha llevado a esta zona a una significativa presión ambiental, lo que se traduce en una disminución de la calidad del agua, incrementando la vulnerabilidad de los recursos marinos, tanto en abundancia como en la calidad de los productos. Asociado al sector de la desembocadura y tramo final de la cuenca del Biobío se concentran los mayores asentamientos humanos de la cuenca, tales como las comunas de Concepción, Chiguayante y San Pedro, que descargan sus aguas servidas al río Biobío antes de la desembocadura (e.g. Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío S.A.). Comparando una imagen satelital de 1988 con la actualidad (Figura 7.), resulta evidente el aumento de la cobertura urbana, especialmente en el borde costero entre San Pedro y Coronel, donde se produjo un explosivo aumento de habitantes en los últimos 15 años (INE 2017), lo que conlleva a un aumento de las descargas de efluentes domésticos a la zona costera, así como mayor impacto humano en las playas.

En el borde costero de la región del Biobío existen actualmente 20 emisarios submarinos utilizados para eliminar las aguas servidas de centros urbanos e industriales, encontrándose 9 de ellos en la costa del Golfo de Arauco. Estos emisarios submarinos son considerados por la legislación chilena como una alternativa viable de descarga de aguas residuales para las ciudades costeras, ya que aprovechan la capacidad natural de asimilación del mar que funciona como una planta de tratamiento (DIRECTEMAR). Las características de los efluentes vertidos a través de estos emisarios, dependerá del origen del mismo, pudiendo ser efluentes domésticos (Gobierno Regional 2015) (coliformes, fármacos, compuestos emergentes,) de la industria pesquera (ácidos grasos, materia orgánica, nutrientes), industria petroquímica (hidrocarburos, metales), celulosa (dioxinas, furanos, PCBs, resínicos, fitoesteroles etc). Cada emisario es sometido a un desgrasador y desarenador, pudiendo por lo tanto, alterar la concentración de materia orgánica, el pH, el oxígeno bioquímicamente disponible, así como la incorporación de sustancias químicas ajenas al ambiente costero (metales, Dioxinas, furanos, PCBs, fármacos, microplásticos, compuestos emergentes etc) (Kolpin *et al.* 2002).

Las actividades industriales del Golfo de Arauco se resumen en la Tabla 1 donde se aprecia que la actividad industrial se concentra principalmente en la zona norte del Golfo de Arauco (Figura 6b.), especialmente en la Bahía Coronel y Lota, con la excepción de la planta de celulosa Horcones ubicada en la comuna de Arauco en el sector de Laraquete.



**Figura 7.**

Modificaciones del uso del borde costero adyacente a la desembocadura del río Biobío en 30 años (1988 – 2018). Imágenes obtenidas de Google Earth.

Tabla 1. Actividades antropogénicas en el Golfo de Arauco

Rubro	Empresa	Ubicación	Principales componentes del RIL
Central Termoeléctrica	ENDESA Bocamina 1 y 2 COLBUN Santa María	Bahía Coronel norte	cloruros, hierro, aluminio, sólidos sedimentables, sulfatos, temperatura, coliformes, fósforo, NTK.
Planta de Celulosa	Celulosa ARAUCO Horcones	Laraquete, Arauco	SST, HCT, HCV, Aluminio, fluoruro, Mn, índice fenol. aceites y grasas.
Pesqueras	Pesquera Blumar.S.A. Pesquera Camanchaca Pesquera FoodCorp  Pesquera Tubul Pesquera Bahía Coronel Pesquera Orizon S.A Pesquera Grímar Industrias Isla Quihua S.A	Bahía Coronel Bahía Coronel Coronel (Lo Rojas) Escuadrón Bahía Coronel Bahía Coronel Bahía Coronel Escuadrón Bahía Lota	aceites y grasas DBO <sub>5</sub> , detergentes, fósforo, nitrógeno, sólidos suspendidos, temperatura. fluoruro, aluminio, cromo, cobre, manganeso, plomo, zinc.
Tratamiento de Aguas servidas	ESSBIO	San Pedro Bahía Coronel norte y sur Bahía Lota Arauco	coliformes fecales, aceites y grasas, DBO <sub>5</sub> , SST, fósforo, sólidos suspendidos totales.

que establecen los valores de las concentraciones de contaminantes que pueden constituir un riesgo para la salud de las personas. Sin embargo, el Ministerio de Medio Ambiente se encuentra realizando los estudios pertinentes para la aplicación de una Norma de Calidad Secundaria para la protección del medio ambiente del Golfo de Arauco (Figura 8). En efecto, el Centro EULA realizó una revisión preliminar de los antecedentes que existen actualmente para aplicar esta Norma Secundaria de Calidad durante el año 2013 (Ministerio del Medio Ambiente 2013), y se logró realizar interpolaciones espaciales de las concentraciones de algunos contaminantes que son monitoreados e informados por las empresas (PVAs, EIA, DIA, etc). A partir de este estudio previo, se observa que debido al tipo de datos, la información se encuentra agrupada cerca de las empresas, por lo que se hace necesario contar con más estudios de evaluación de la calidad del ambiente, que se distribuya a lo largo de todo el borde costero.

A pesar de que cada una de estas empresas realiza estudios de seguimiento ambiental (PVA), no existe actualmente un estudio acabado sobre la calidad del ambiente marino-costero influenciado por estas múltiples actividades antrópicas y sus efectos sobre los recursos biológicos del Golfo de Arauco. Si bien, cada una de estas industrias cumple con las normas de emisión (D.S. N° 90/2001), es necesario considerar las emisiones en conjunto y la capacidad de carga del ambiente, que en ciertas zonas costeras podría estar siendo considerablemente sobrepasada. Actualmente existen solo normas de calidad primaria para las aguas costeras, las

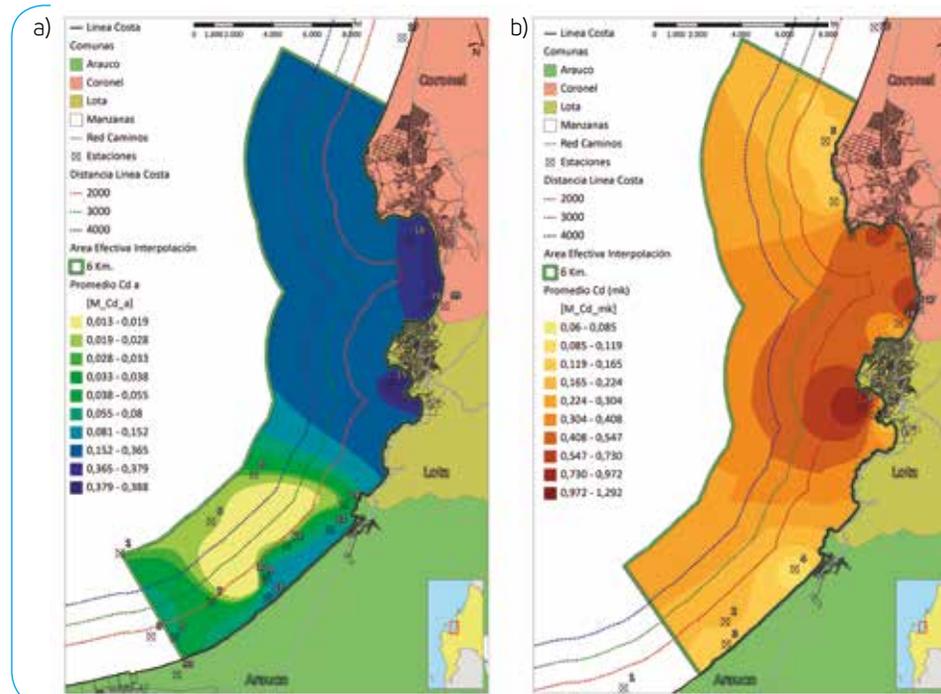


Figura 8.

Distribución espacial promedio (3 años) de uno de los parámetros monitoreado por las diferentes empresas ubicadas en el Golfo de Arauco. Concentración promedio de Cadmio en agua (a) y sedimentos (b) (Ministerio del Medio Ambiente 2013).

La diversidad de múltiples usos que existe actualmente en el Golfo, ha generado una serie de conflictos socio-ambientales (INDH 2015) en zonas con un elevado deterioro ambiental, las que también son denominadas "Zonas de sacrificio", lo que significa que *los beneficios que genera (una industria) se reparten difusamente entre la sociedad, mientras que los costos ambientales son soportados por personas en situación de vulneración social y económica* (INDH 2011). Este es el caso de la Bahía Coronel que presenta una alta concentración de industrias (tres parques industriales, seis Pesqueras y tres Termoeléctricas) y puertos, además de una importante caleta de pesca artesanal, lo que se mezcla con el uso habitacional y turístico de Playa Blanca. Resultado de esta alta actividad industrial, se ha evidenciado un fuerte deterioro de la calidad del aire, donde la comuna emite la mayor cantidad de material particulado MP10 y MP2.5

proveniente de fuentes fijas industriales de la región (INV) con consecuencias sobre la salud de las personas. Esto fue demostrado en un reciente estudio que encontró tasas de crisis bronquiales obstructivas significativamente más altas en la población que vive cerca de las plantas Termoeléctricas de Coronel (Urgarte - Aviles *et al.* 2017). A esta contaminación por material particulado se suman los altos niveles de metales pesados encontrados en las poblaciones aledañas a las industrias termoeléctricas en el año 2014 y en habitantes de esta misma comuna en el año 2018. Una de las soluciones que buscan resolver estos problemas socio-ambientales es el Programa para la Recuperación Ambiental y Social de Coronel, que busca recuperar ambientalmente el territorio y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comuna, mediante la participación de diferentes actores de la sociedad.



# *EULA - CHILE*

## Referencias Bibliográficas

- Aguirre C, Pizarro Ó, Strub PT, Garreaud R & Barth JA. 2012. Seasonal dynamics of the near-surface alongshore flow off central Chile. *J. Geophys. Res. Ocean* 117: 1–17.
- Ahumada R, Rudolph A & Contreras S. 2004. Evaluation of coastal waters receiving fish processing waste: Lota bay as a case study. *Environmental Monitoring and Assessment* 90: 89–99.
- Aranís A, Gómez A, Mora S, Zúñiga MJ, Muñoz G, Ossa L & Caballero L. 2013. Informe de difusión 2011: Pesquería pelágica Zona Centro-Sur. Barnes, R. T., & Raymond, P. A. (n.d.). The contribution of agricultural and urban activities to inorganic carbon fluxes within temperate watersheds. *Chemical Geology*, 266, 318–327.
- Cubillos L & Arancibia H. 1993. Análisis de la pesquería de sardina común (*Strangomera bentincki*) y anchoveta (*Engraulis ringens*) del área de Talcahuano, Chile. *Invest. Mar. Valparaíso* 21: 3-21.
- Daneri G, Dellarossa V, Cubillos L & Arcos D. 2002. Recruitment of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997-1998 El Niño. *Aquatic Living Resources* 15: 87-94.
- Della Croce N, Parra O, Stuardo J, Arrizaga A, Ahumada R, Chong J & Oyarzun C. 1992. El río Biobío y el mar adyacente como unidad ambiental. (Faranda F& O Parra, Eds.). Serie: Monografía Científica Vol. 1.
- Doney SC, Fabry VJ, Feely RA & Kleypas JA. 2009. Ocean Acidification: The Other CO<sub>2</sub> Problem. *Annual Review of Marine Science*, 1(1): 169–192.
- D.S. N°223/1968, Modificado por D.S. N°660/1988.
- Farnsworth KL & Milliman JD. 2003. River Discharge to the Coastal Ocean – A Global Synthesis.
- Faúndez-Baez P, Morales CE & Arcos D. 2001. Variabilidad espacial y temporal de la hidrografía invernal del sistema de bahías frente a la VIII región (Chile centro-sur). *Revista Chilena de Historia Natural*. Retrieved from
- Gobierno Regional. 2015. Proyecto análisis de riesgos de desastres y zonificación costera, región del Biobío. Código BIP 30098326
- Hernández-Miranda E, Veas R, Labra FA, Salamanca M & Quiñones RA. 2012. Response of the epibenthic macrofaunal community to a strong upwelling-driven hypoxic event in a shallow bay of the southern Humboldt Current System. *Marine Environmental Research* 79: 16–28.
- Instituto Nacional de Derechos Humanos. 2015. Mapa de conflictos socio-ambientales en Chile.
- Instituto Nacional de Derechos Humanos. 2011. Informe Anual de Derechos Humanos.
- Iriarte L & Bernal. 1990. Vertical distribution of diatoms and thecate dinoflagellates in the Gulf of Arauco: species composition, relative abundance, and the chlorophyll maximum layer. *Sci. Mar.*
- Inventario de Emisiones en el Concepción Metropolitano. 2013.
- Kolpin D, Furlong E, Meyer M, Michael Thurman E, Zaugg S, & Michael E. 2002. Pharmaceuticals, hormones and other organic wastewater contaminants in U.S. Streams, 1999-2000: A National Reconnaissance. *Contaminants in U.S. Streams*, 36, 1202–1211.
- Landaeta MF & Castro LR. 2006. Spawning and larval survival of the Chilean hake *Merluccius gayi* under later summer conditions in the Gulf of Arauco, central Chile. *Fisheries Research* 77(1): 115–121.
- Léniz B, Vargas CA & Ahumada R. 2012. Characterization and Comparison of microphytoplankton biomass in the lower reaches of the Biobío river and the adjacent coastal area off central Chile during autumn-winter conditions. *J. Aquat. Res.*, 40(4): 847–857.

- Maier S & Gallardo A. 1984. *Thioploca araucae* sp. nov. and *Thioploca chileae* sp. nov. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 34 (4): 414–418.
- Ministerio de Medio Ambiente. 2013. Actualización de antecedentes técnicos para desarrollar norma secundaria de calidad para la protección de las aguas marinas del Golfo de Arauco (Punta Puchoco a Punta Lavapié) en la región del Biobío.
- Montecino V & Lange C. 2009. The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. doi:10.1016/j.pocean.2009.07.041.
- Montero P, Daneri G, Cuevas LA, González HE, Jacob B, Lizárraga L & Menschel E. 2007. Productivity cycles in the coastal upwelling area off Concepción: The importance of diatoms and bacterioplankton in the organic carbon flux. *Progress in Oceanography*, 75(3): 518–530.
- Parada C, Sobarzo MA, Figueroa D & Castro L. 2001. Circulación del Golfo de Arauco en un período de transición estacional: Un nuevo enfoque. *Investigaciones Marinas* 29: 11–23.
- Pérez CA, DeGrandpre MD, Lagos NA, Saldías GS, Cascales EK & Vargas C. A. 2015. Influence of climate and land use in carbon biogeochemistry in lower reaches of rivers in central southern Chile: Implications for the carbonate system in river-influenced rocky shore environments. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 120: 673–692.
- Pujadas R & Font J. 1998. Ordenación y planificación territorial. Editorial Síntesis, colección Espacios y Sociedades, serie mayor, Madrid, 399 pp.
- Quiñones R, Jacob B, Montero P & Ulloa O. 2000. Primary production and community respiration in the Humboldt Current System off Chile and associated oceanic areas. *Marine Ecology Progress Series*, 197: 41–49. <https://doi.org/10.3354/meps197041>
- Quiñones R & Montes R. 2001. Relationship between freshwater input to the coastal zone and the historical landings of the benthic/demersal fish *Eleginops maclovinus* in central-south Chile. *Fisheries Oceanography* 10: 311–328.
- Raymond P & Cole J. 2003. Increase in the export of alkalinity from North America's largest river. *Science*, 301, 88–91.
- Saavedra N. 1980. La presión y la dirección del viento en Concepción. *Tralka (Chile)* 1: 153-162.
- Salisbury J, Green M, Hunt C & Campbell J. 2008. Coastal Acidification by Rivers: A Threat to Shellfish? *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 89(50): 513–513.
- Sánchez GE, Pantoja S, Lange CB, González HE & Daneri G. 2008. Seasonal changes in particulate biogenic and lithogenic silica in the upwelling system off Concepción (36°S), Chile, and their relationship to fluctuations in marine productivity and continental input. *Continental Shelf Research* 28(18): 2594–2600.
- Sernapesca. 2016.
- Sobarzo M, Sansone E, De Maio A, Arcos D, Salamanca M, Henríquez J. 1993. Oceanografía física del Golfo de Arauco: Primera parte, Variabilidad espacio temporal de la estructura hidrográfica del Golfo de Arauco. Serie: Monografías científicas Vol.4.
- Sobarzo M, Bravo L, Donoso D, Garcés-Vargas J & Schneider W. 2007. Coastal upwelling and seasonal cycles that influence the water column over the continental shelf off central Chile. *Progress in Oceanography* 75: 363–382. doi:10.1016/j.pocean.2007.08.022.
- Soto-Mendoza S, Parada C, Castro L, Colas F & Schneider W. 2012. Modeling transport and survival of anchoveta eggs and yolk-sac larvae in the coastal zone off central-southern Chile: Assessing spatial and temporal spawning parameters. *Progress in Oceanography* 92–95: 178–191.
- Stuardo et al. 1993. Los ambientes costeros del Golfo de Arauco y área adyacente. Serie Monografías Científicas, Centro EULA (Chile) 9: 157.
- Torres R, Pantoja S, Harada N, González HE, Daneri G, Frangópulos M, Fukasawa M. 2011. Air-sea CO<sub>2</sub> fluxes along the coast of Chile: From CO<sub>2</sub> outgassing in central northern upwelling waters to CO<sub>2</sub> uptake in southern Patagonian fjords. *Journal of Geophysical Research: Oceans* 116(9): 1–17.
- Ugarte-Avilés T, Manterola C, Cartes-Velásquez R & Otzen T. 2017. Impact of proximity of thermoelectric power plants on bronchial obstructive crisis rates. *BMC Public Health* 17(1): 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-4008-7>.
- Valdovinos C. 2004. Ecosistemas Estuarinos. En C. Werlinger (Ed.), *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y procesos*. Tomo II: 397–414.

- Vargas CA, Arriagada L, Sobarzo M, Contreras PY & Saldías G. 2013. Bacterial production along a river-to-ocean continuum in central Chile: Implications for organic matter cycling. *Aquatic Microbial Ecology* 68(3): 195–213.
- Vargas CA, Contreras PY, Pérez CA, Sobarzo M, Saldías GS & Salisbury J. 2016. Influences of riverine and upwelling waters on the coastal carbonate system off Central Chile and their ocean acidification implications. *Journal of Geophysical Research G: Biogeosciences* 121(6): 1468–1483.
- Vásquez S, Salas C, Núñez S, Soto L, Letelier J, Arteaga M, Ospina-Álvarez, A. 2017. Estimación de índices de reclutamiento basado en variables y modelos biofísicos de pelágicos pequeños de la zona centro-sur de Chile, Fase II: 317.





# CAPÍTULO 8

## SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO

---

Patricia González  
Yannay Casas  
Carolina Baeza  
Gladys Vidal  
Claudia Ulloa  
Pedro Arriagada

### Introducción

El crecimiento económico de la región del Biobío está íntimamente ligado a la cuenca del río Biobío. Alrededor de la cuenca se desarrollan las principales actividades productivas de significancia económica y social de la región, en particular la industria manufacturera, silvicultura y producción de celulosa, una creciente actividad agrícola, producción de energía eléctrica, refinación de petróleo, industria química, producción de agua potable y saneamiento de aguas servidas, entre otras.

Es importante destacar que el 05 de septiembre de 2017, en el Diario Oficial fue publicada la Ley N° 21.033, “que crea la XVI región de Ñuble que abarcará el área comprendida por la actual provincia de Ñuble (región Biobío) y tendrá como capital regional a la comuna de Chillán” es por ello que las cifras presentadas para la región del Biobío corresponden a lo que actualmente son las regiones de Biobío y Ñuble.

En las secciones siguientes se presenta una descripción general de las principales actividades productivas de relevancia en la región del Biobío. En particular se abordan los sectores energético, forestal, agrícola, pesca, manufacturero, sanitario y sus principales características y aspectos ambientales asociados.

### Sector energético

La región del Biobío ha sido históricamente el principal polo energético del país, debido a su condición de transformadora de energéticos primarios (petróleo, gas natural, carbón, biomasa, recursos hídricos y eólicos) en distintos centros de transformación principalmente centrales generadoras de energía eléctrica y refinación de petróleo. Como se observa en la Figura 1, en el año 2017 la región del Biobío procesó el 34,5% del total de energía primaria en el país. En particular, la región procesó el 50% del petróleo refinado en el país y consumió el 50,4% de la biomasa y 16,9% del carbón, mientras que el 42,5% de la hidroelectricidad fue generada en la región, fundamentalmente en la cuenca del río Biobío.

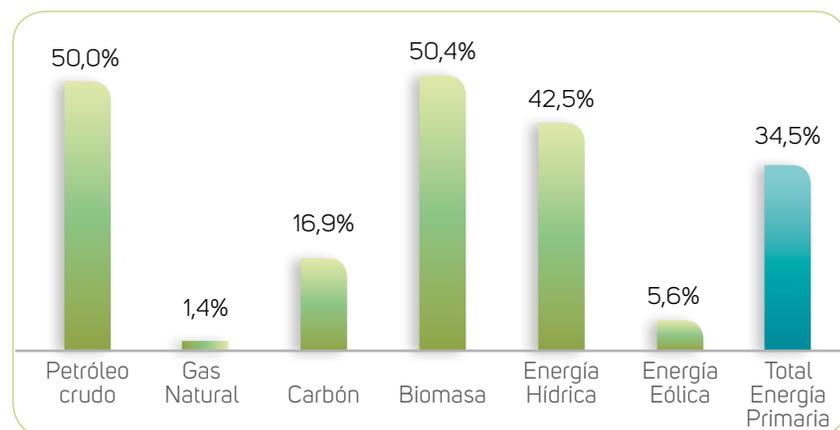


Figura 1.

Participación de la región del Biobío en el consumo de energía primaria a nivel nacional

El desarrollo del sistema energético de la región ha sido muy relevante en los últimos 30 años, en particular del sistema de generación eléctrica, el cual se describe a continuación.

### Producción de energía eléctrica

En los últimos 30 años el sector eléctrico de la región ha crecido sostenidamente. Entre los años 1990 y 2000 la capacidad instalada se mantuvo relativamente constante (1.900 MW). Hasta el año 2000 las centrales hidroeléctricas correspondían a la mayor proporción de la capacidad instalada en la región del Biobío, representando más del 90% de la potencia total de la región, la que era completada con la central Bocamina (carbón) de 130 MW y algunas centrales de biomasa asociadas a la industria forestal.

Posteriormente, en el año 2004 se puso en servicio la central hidroeléctrica de embalse Ralco de 690 MW, siendo la última gran central de embalse que se ha

construido en el país. Desde entonces hasta 2010, la capacidad instalada de la región solo aumentó en base a centrales de respaldo que operan con Diésel. Así, desde el año 2007 a 2010, período en que el país se vio afectado por los cortes de gas natural desde Argentina, fueron puestos en servicio aproximadamente 450 MW en motores y turbinas que operan con diésel.

En lo que respecta al carbón la región no instaló nueva capacidad hasta 2012, año del inicio de las operaciones de la segunda unidad de la Central Bocamina (Bocamina II) de 350 MW, propiedad de Endesa y la Central Santa María I de 370 MW, propiedad de Colbún.

Por último, en año 2014, Colbún puso en servicio la central hidroeléctrica de pasada Angostura, que cuenta con un total de 324 MW instalados en tres unidades.

En lo relativo a centrales ERNC, la región del Biobío fue pionera en la instalación de parques eólicos en el SIC. En la comuna de Lebu, la empresa Cristalerías Toro instaló el primer parque eólico interconectado al SIC, que inicialmente contaba con 3.5 MW y que actualmente tiene 10 MW. En esta misma comuna durante el año 2015 se puso en servicio los parques eólicos Raki y Huajache que aportan en total 15 MW al sistema. En el año 2014 Aela Energía conectó el Parque Cuel de 33 MW en la comuna de Los Ángeles.

Es así como la región del Biobío cuenta actualmente con una potencia eléctrica instalada cercana a los 5.000 MW, correspondientes al 22% de la capacidad a nivel nacional, siendo una de las principales regiones productoras de electricidad del país. Como se observa en la Figura 2, la Región se caracteriza por poseer una importante capacidad instalada en centrales hidroeléctricas, representando el 59,6% de la capacidad total regional. En segundo lugar se ubica el carbón que da cuenta del 17,5%. El parque generador de la región se basa fundamentalmente en la transformación de fuentes primarias renovables, las cuales totalizan 3.240 MW, equivalentes al 66,7% de la potencia instalada regional.

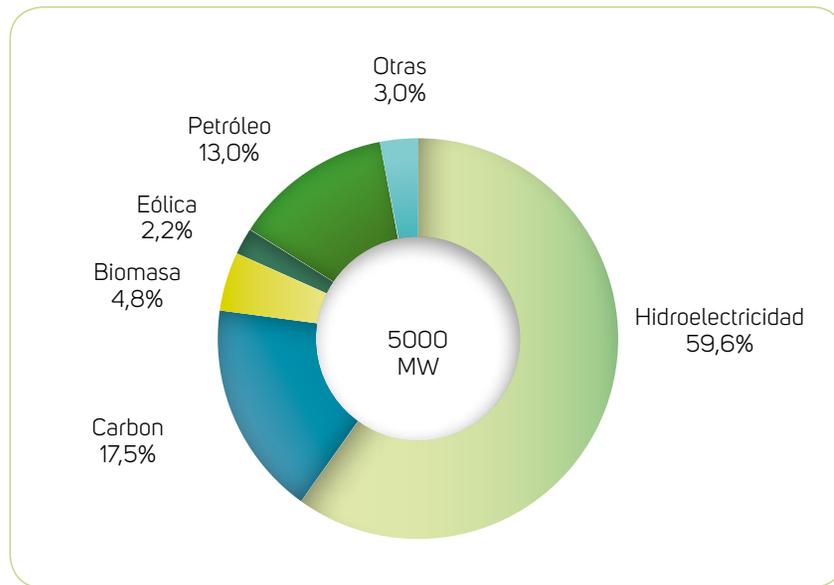


Figura 2.  
Potencia instalada según fuente de energía. Año 2017.

### Potenciales energéticos regionales

La región cuenta con importantes potenciales energéticos renovables, en particular energía hídrica y eólica. De acuerdo a estimaciones realizadas por el Centro EULA (2018), la cuenca del río Biobío tendría un potencial hidroeléctrico cercano a los 3.500 MW, mientras que el potencial eólico, distribuido entre las provincias de Biobío y Arauco ascendería a 4.500 MW. Estos potenciales renovables equivalen casi al doble de la actual potencia eléctrica instalada de la región.

### Producción de combustibles derivados del petróleo

La región del Biobío cuenta con una importante infraestructura para recepción, procesamiento, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles, que

incluyen terminales marítimos de recepción de petróleo y combustibles en la Bahía de San Vicente, la Refinería de Petróleo de ENAP en Hualpén y la red de Gasoductos que conectan Argentina con distintos puntos de consumo en la región.

- **ENAP refinería Biobío**

En los años sesenta ENAP construyó en la región del Biobío una refinería de petróleo en (hoy ENAP Refinería Biobío), lo que permitió satisfacer gran parte de la demanda regional de gas licuado y combustibles derivados del petróleo. De esa forma se lograron menores costos de abastecimiento de combustibles en la región, lo que constituyó un pilar para su industrialización.

Actualmente, ENAP Refinería Biobío cuenta con una capacidad de refinación de 116.000 barriles de petróleo al día, siendo sus principales productos, gas licuado, gasolinas, kerosenes, petróleo diésel, petróleos combustibles y coque de petróleo. La refinería Biobío actualmente suministra cerca de la mitad del consumo nacional de hidrocarburos.

- **Gestión Ambiental de ENAP Refinería Biobío**

En los últimos años, ENAP Refinería Biobío en el marco de la gestión ambiental ha ejecutado acciones asociadas a la protección, control y seguimiento ambiental en el marco de los Programas de Vigilancia Ambiental en el río Biobío, Bahía de San Vicente y Calidad del Aire en la Comuna de Hualpén.

Además, se han registrado mejoras en los consumos de agua, energía y descargas de Riles al río Biobío. A continuación en la Tabla 1, se muestra que en el período 2008-2017, el consumo de agua (captada del río Biobío) y sus descargas han disminuido en un 24%, mientras que el consumo de energía disminuyó en el mismo período.

Tabla 1. Evolución de los consumos de agua, energía y descargas líquidas. ENAP Refinería Biobío. Período 2008-2017 (Fuente: ENAP, Reporte de Sostenibilidad 2017)

Indicador	Año		
	2008	2013	2017
Consumo de agua (Mm <sup>3</sup> /año)	82.036	77.508	62.621
Consumo de energía (GJ/año)	20.091.787	12.056.465	13.898.933
Descargas de agua (Mm <sup>3</sup> /año)	77.700	72.908	58.321

### Principales desafíos ambientales y territoriales para el desarrollo futuro del sistema energético regional

El desarrollo futuro del sistema energético regional y sus importantes potenciales renovables está sujeto a una serie de desafíos ambientales y territoriales que deben ser considerados por los tomadores de decisiones públicos (el Estado, privados (los desarrolladores de proyectos) y la sociedad en general. Entre estos desafíos cabe mencionar:

- La necesidad de incrementar la participación de fuentes de energía limpia, mediante la diversificación de la matriz energética, potenciando el desarrollo de los potenciales energéticos renovables presentes en el territorio regional.
- Disminuir la participación de los combustibles más contaminantes, en particular la leña y los combustibles fósiles, para mejorar la calidad del aire en los principales centros urbanos, proteger la salud de las personas y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Compatibilizar el desarrollo energético regional con el resguardo del patrimonio natural y la biodiversidad.
- Promover un desarrollo energético que vele por el respeto de los valores culturales, en especial de los pueblos originarios de la región, impulsando el diálogo intercultural.

### Sector forestal

En las últimas dos décadas el sector forestal ha mantenido su nivel de importancia económica en la región del Biobío. Ello se refleja en la extensión de su cobertura forestal, el volumen de su producción industrial y la participación de este sector en las exportaciones regionales

La superficie de plantaciones forestales en la región ha crecido desde 578.580 ha en 1994 a 700.727 ha para el 2015, representando cerca del 28,8% de la superficie de la cuenca cubierta por plantaciones forestales (INFOR). Las especies forestales plantadas corresponden a *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, materias primas fundamentales para la producción de celulosa y otros productos de la industria forestal.

El principal producto generado en la región del Biobío a partir de las plantaciones forestales son trozas, materia prima para otros procesos, entre ellos producción de celulosa (blanqueada y cruda), astillas, madera aserrada, tableros y otros productos, muchos de los cuales son principalmente exportados.

Como se observa en la Figura 3, en los últimos 10 años, el consumo de trozas para la producción de celulosa (pulpa química) ha superado el destinado a otros productos, debido al aumento de la capacidad instalada de la industria celulósica y la demanda en el mercado externo. Debido a la importancia de esta actividad productiva en la región, en los párrafos siguientes se presenta información más detallada sobre ella, en particular datos productivos, tecnológicos y ambientales.

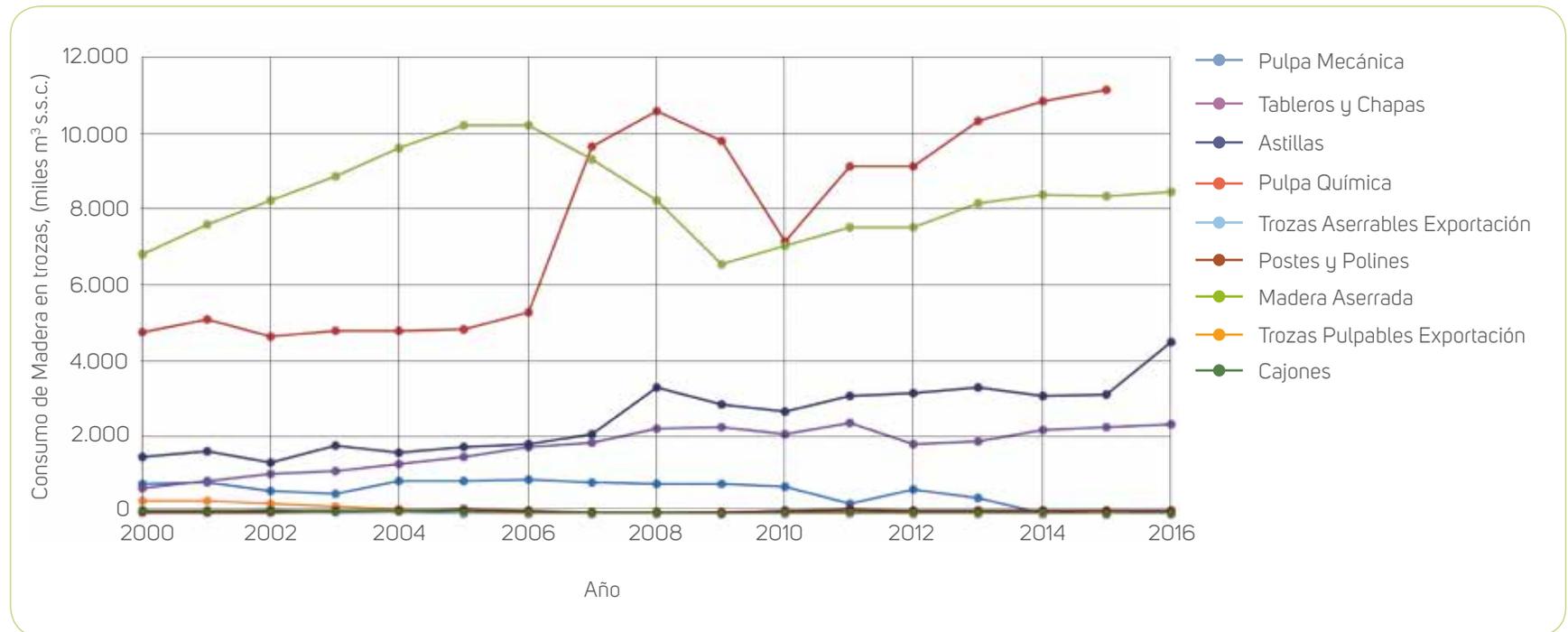


Figura 3.

Distribución del consumo de trozas en la región del Biobío según productos finales.

### Industria de la celulosa en la región del Biobío.

La producción nacional de pulpa de celulosa ha tenido un crecimiento significativo en las últimas 4 décadas, pasando de una producción anual de 600 mil toneladas en 1978 a 5,2 millones de toneladas en la actualidad. En particular, como se observa en la Figura 4, la producción de celulosa en el país se duplicó entre el 2000 y 2017, debido a la puesta en marcha de las plantas Arauco Nueva Aldea, Arauco Valdivia y CMPC Santa Fe Línea II y la ampliación de Planta Laja. En la misma figura se observa que la mayor producción de celulosa corresponde a la pulpa química.

La capacidad instalada actual para la producción de pulpa celulosa en la región del Biobío asciende a más de 3.800.000 toneladas al año, correspondiente al 76% del total nacional. Como se observa en la Tabla 2, la producción regional se concentra fundamentalmente en plantas de dos productores principales: CMPC S.A y Celulosa Arauco y Constitución S.A. Una vez que comience a operar el proyecto MAPA de Arauco (Modernización de instalaciones y aumento de la capacidad de producción de la Planta Arauco), la producción total de esta empresa superará los 4 millones de toneladas.

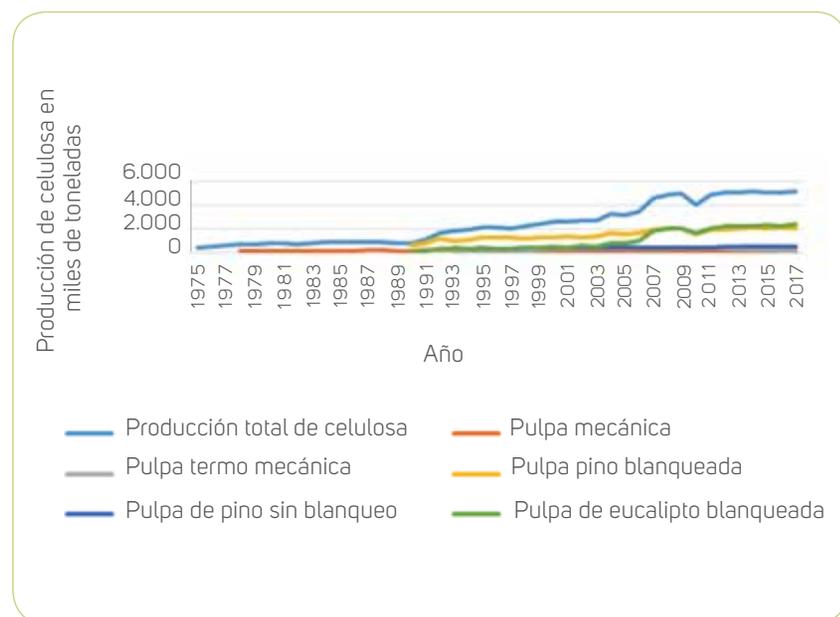


Figura 4. Producción de Celulosa en Chile. Período 1975-2017.

Tabla 2. Capacidad Instalada de Producción de celulosa región del Biobío, al año 2017 (Fuente: INFOR).

Empresa	Tipo pulpa	Comuna	Capacidad Instalada (toneladas/año)	
			2007	2017
Papeles Biobío	Termo mecánica	San Pedro de la Paz	130.000	125.000
Celulosa Arauco y Constitución S.A. (Arauco)	Química	Arauco	260.000	290.000
Celulosa Arauco y Constitución S.A. (Arauco)	Química	Arauco	495.000	500.000
Celulosa Arauco y Constitución S.A. (Nueva Aldea)	Química	Ránquil	856.000	1.070.000
CMPC Pulp S.A. (Laja)	Química	Laja	260.000	330.000
CMPC Pulp S.A. (Santa Fe) (1991)	Química	Nacimiento	1.160.000	1.500.000
<b>Total</b>			<b>3.161.000</b>	<b>3.815.000</b>

### Tecnologías de producción y aspectos ambientales de la producción de celulosa

Además del incremento de la capacidad de producción experimentado en las últimas décadas, también se constatan importantes mejoras tecnológicas tanto en los procesos productivos como en el control ambiental. En efecto, la innovación tecnológica en los procesos de digestión y blanqueo de celulosa motivada, entre otros factores, por las fuertes presiones ambientales en Europa, se reflejó en la incorporación de estas mejoras en las nuevas inversiones del sector en Chile.

Los aspectos ambientales que se han visto favorecidos con estas nuevas tecnologías se asocian principalmente a:

- Reducción del consumo de agua de procesos con un mayor cierre de circuitos y eficiencia de utilización de este recurso.
- Reducción de Emisiones de Compuestos Odoríferos (TRS) mediante su captación e incineración
- Minimización de la generación de compuestos organoclorados en los efluentes líquidos a partir cambios en los procesos de blanqueo, principalmente gracias a la implementación de procesos Libres de Cloro Elemental (ECF) y optimización del consumo de reactivos químicos
- Reducción las descargas de compuestos orgánicos y coloreados en los efluentes líquidos, debido a la implementación de sistemas de tratamiento biológico y, en algunos casos, de procesos físico-químicos.

### Sector Agrícola y Agroalimentario

En los últimos 20 años se ha verificado un incremento de la superficie total cultivada en la región, superior al 20% (ODEPA 2018). Sin embargo, los mayores cambios se evidenciaron en el periodo 2007-2016, donde el aumento en la superficie total fue cercano al 50%, en particular cereales, cultivos industriales y frutales. Por otro lado, es importante destacar que la superficie destinada a frutales ha crecido sostenidamente, verificándose un incremento de superficie de frutales cercana al 65% entre 1997 y 2016 (Cambios Informe estructurales en la Agricultura Chilena).



Figura 5.

Variación porcentual de la superficie cultivada por los principales cultivos existentes en la región entre el período 1997-2016. Fuente: (INE 2007).

### Cultivos anuales

La región del Biobío es la segunda región con mayor superficie de cultivos anuales (24,4% de la superficie plantada a nivel nacional, equivalentes a cerca de 250.000 hectáreas) luego de la Araucanía (39,2% de la superficie). Los cultivos anuales más importantes dentro de la región corresponden a trigo, avena, cebada, maíz, arroz, porotos, lentejas, papas, remolacha y raps. Los datos relativos a superficie plantada y producción anual (en miles de quintales métricos, q.q.m.) se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 3. Distribución porcentual de la superficie total plantada y producción anual de cultivos anuales. Año 2016.

Cultivo	Producción Anual	
	% de la Superficie cultivada	Producción anual (miles q.q.m)*
Trigo	26	3.763
Avena	13	1.669
Cebada	1	93
Maíz	8	1.983
Arroz	1	164
Porotos	1	64
Lentejas	0	6
Papas	4	1.706
Remolacha	4	11.209
Raps	3	305
Maravilla	1	56

\*q.q.m: Miles de quintales métricos

### Cultivos frutales

Como se indicara previamente, que la superficie destinada a frutales ha crecido sostenidamente. Entre los cultivos frutícolas, el arándano americano es el cultivo que ocupa la mayor superficie representando un 35% de la superficie total plantada de frutales. Estos cultivos son seguidos de nogales (12%), cerezos (11%), frambuesas (10%) y manzanos rojos (8%). Estos datos son presentados en la figura siguiente, en la cual también se observa la relevancia de los cultivos frutales regionales a nivel nacional, destacando castaños y frambuesas.

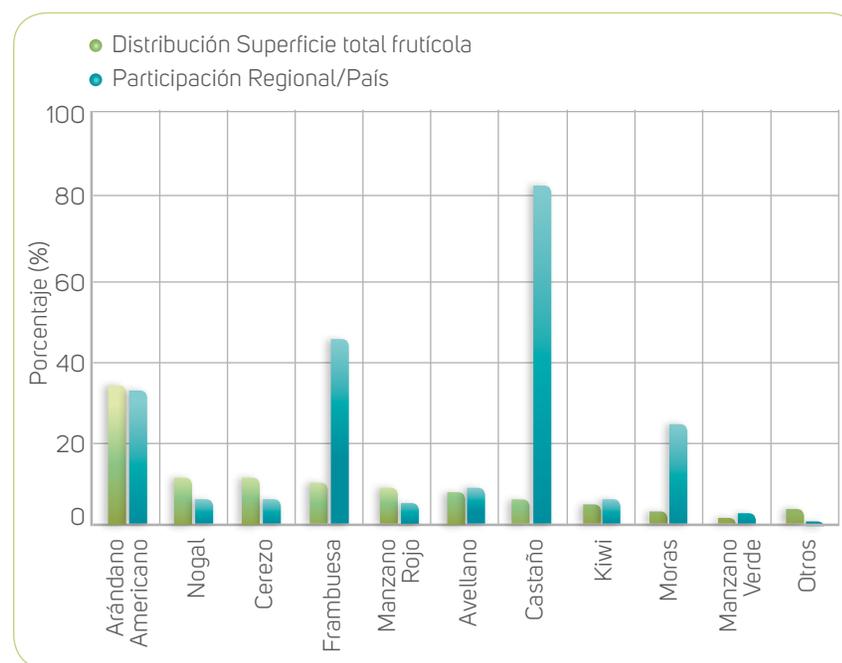


Figura 6.

Distribución porcentual de superficies plantadas con frutales en la región y participación a nivel nacional.

### Superficies regadas

Del total de la superficie de cultivo, cerca del 76% corresponde a cultivos de riego, estimándose en más de 200.000 hectáreas (INE 2007). La cuenca del Biobío es la principal fuente de agua para estos fines, estimándose retiros superiores a los 85 m<sup>3</sup>/s (MOP 2016).

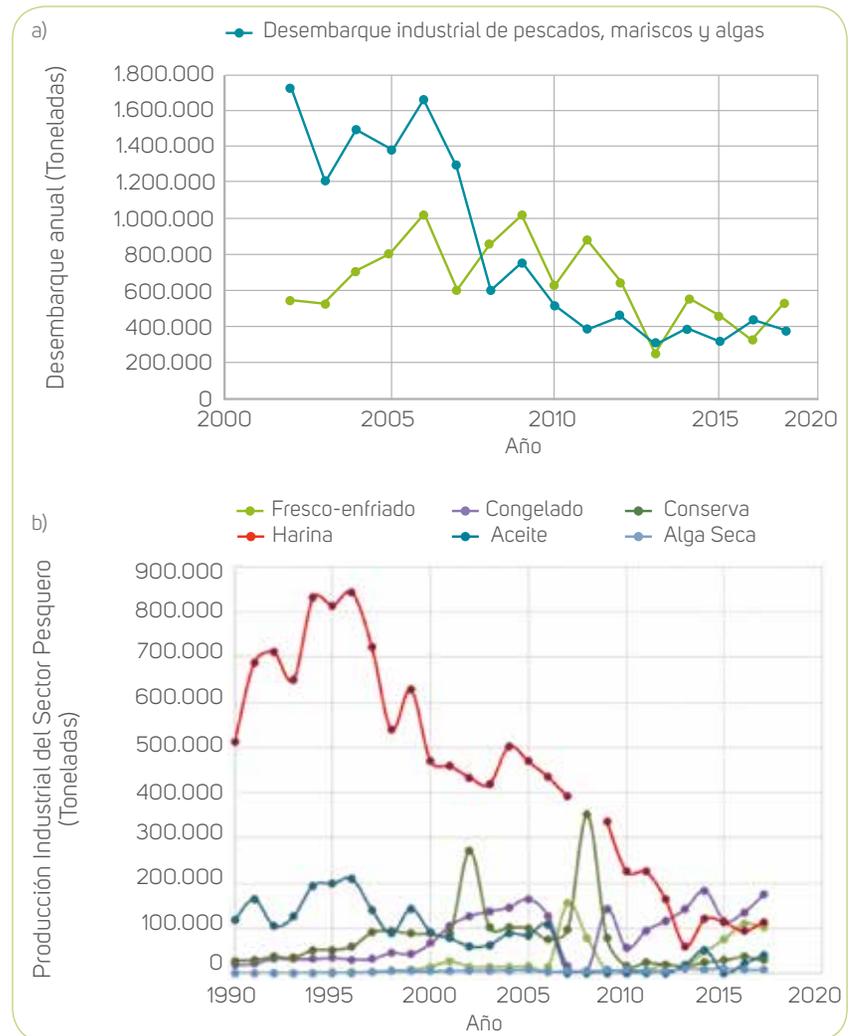
Además, del aumento de superficie regada, se ha evidenciado un cambio sustancial en los sistemas de riego. En el 2007, un 85,8% del total de la superficie regada correspondía a riego gravitacional, un 10% a sistema mecánico y solo un 3.9% a microriego. Actualmente predomina el riego tecnificado, debido principalmente a incentivos contemplados en la Ley N° 18.450/1985 por el Ministerio de Agricultura que fomenta las inversiones privadas en obras de riego y drenaje, con vista a mejorar la eficiencia del uso del agua (ODEPA 2017).

### Industria pesquera

#### Características generales

La industria de recursos pesqueros, a pesar de la contracción registrada en los últimos años, es una de las actividades más relevantes en la economía regional. La zona de Tomé-Penco-Talcahuano-Coronel-Lota es el principal centro de desembarque pesquero, tanto industrial como artesanal.

La cifra total de desembarques anuales de la región ha decaído sistemáticamente en el período 2002-2017, como se observa en la Figura 7a. En particular se observa que en el año 2017 los desembarques industriales de pescado, mariscos y algas cayeron en un 78% respecto del año 2002.



**Figura 7.**

(a) Evolución de los desembarques pesqueros industriales y artesanales de la región del Biobío. Período 2002-2017. (b) Principales productos pesqueros industriales de la región del Biobío. Período 1990 - 2017 (Fuente: INE Biobío).

En la Figura 7b se analiza la evolución, para el período 1990-2017, de la producción del sector pesquero industrial de los seis productos de mayor relevancia (fresco-enfriado, congelado, conserva, harina, aceite y secado de Algas) (INE Biobío 2017). Estos productos son elaborados en plantas pesqueras, cuya distribución por línea de producción en la región del Biobío para el período 1992- 2017 se presenta en la Tabla 4. Se observa una clara disminución de algunas líneas de producción, entre ellas conservas y harina y aceite de pescado.

Tabla 4. Distribución de plantas pesqueras industriales según línea de producción en la Región del Biobío año 1992, 2000, 2005, 2012 y 2017 (Fuente: SERNAPESCA)

Línea de Producción	Número de Plantas por Año				
	1992	2000	2005	2012	2017
Harina	23	22	20	14	12
Aceite	23	22	18	17	15
Congelados	25	42	44	41	62
Conserva	21	17	14	11	9
Fresco- Enfriado	9	14	15	29	48
Alga Seca	-	12	13	19	29
Otras	8	6	9	3	3

### Aspectos ambientales relevantes del sector pesquero

La industria pesquera en la región del Biobío tuvo un fuerte crecimiento en la década de los '80 instalándose numerosas industrias que, sin ningún control ambiental en las descargas de riles y de compuestos odoríferos, provocaron una grave contaminación marina y atmosférica. Las industrias de Talcahuano y San Vicente productoras de harina de pescado, generaban vertidos con altas temperaturas, además de elevados niveles de grasas y aceites, de compuestos nitrogenados y compuestos químicos.

A finales de las décadas del '90 los la contaminación se vuelve crítica, específicamente en la "Marisma Rocuant" se acentuaron los malos olores, vegetación cubierta de aceites y grasas, eliminando la vida acuática del sector (EULA 2014). La deteriorada calidad de vida de los habitantes de la comuna de Talcahuano por la contaminación sumada al incendio de la Bahía de San Vicente el 6 de marzo de 1993, generó el compromiso de las autoridades al inicio de la década de los 90 para solucionar esta problemática. Así, en el año 1995 se elaboró el Plan de Recuperación Ambiental de Talcahuano (PRAT), el cual incluyó una serie de estrategias y medidas que obligaron a las industrias pesqueras de la zona a mejorar sus procesos productivos, minimizar, controlar y tratar los riles.

Actualmente, el mayor desafío ambiental de las empresas productoras de harina de pescado corresponde al control de los malos olores. La Asociación de Industriales Pesqueros (ASIPES) ha impulsado una serie de medidas tendientes a minimizar la generación de olores, entre ellas (Induambiente 2018).

- Empleo de materias primas frescas para minimizar la descomposición y, en consecuencia, emisiones de aminas y ácido sulfhídrico.
- Límites máximos de acumulación de pozos
- Adaptación de la capacidad de los lavadores de vahos existentes
- Mejoramiento de la hermeticidad de equipos y ductos de vahos.
- Captación e incineración de vahos
- Capacitación del personal y limpieza periódica de pozos.

- Disminución de los consumos específicos de agua y energía en las plantas de procesamiento industrial.
- Minimización de los volúmenes de RILEs (Residuos Líquidos Industriales)

### Industria Manufacturera

La industria manufacturera de la región ha sido históricamente la mayor contribuyente al Producto Interno Bruto Regional. En este sector, además de la producción de celulosa descrita previamente, destacan una serie de actividades productivas relevantes, entre ellas las industrias del acero, cemento y química. A continuación se presenta una breve descripción de estas actividades productivas y de las medidas que han adoptado en los últimos años para minimizar los potenciales problemas ambientales que pudieran generar.

### Industria del Acero

En la Comuna de Talcahuano se encuentra la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. (CSH), perteneciente al Grupo CAP, principal productora de acero del país. Es además la única cuyo proceso productivo responde a la estructura de una siderúrgica integrada, esto es, a partir de coque de carbón, caliza y minerales de hierro se produce Arrabio en los Altos Hornos, el que posteriormente se transforma a Acero Líquido. Este acero posteriormente es convertido en Palanquillas y Planchones en colada continua. Una serie de procesos de transformación posteriores permiten obtener una amplia variedad de productos terminados, entre los que destacan barras para molienda de minerales, barras para hormigón (utilizados en construcción), entre otros.

Hasta el año 2008 CSH tenía un nivel de producción de acero líquido relativamente constante (entre 1.000.000 y 1.200.000 toneladas anuales) y una creciente producción de barras, fundamentalmente debido a la demanda nacional de las actividades mineras. En el año 2009 la producción descendió significativamente, debido a una fuerte contracción de la demanda de acero producto de la crisis económica internacional (CAP Acero 2010). Si bien el año 2010 comenzó con claras señales de recuperación, sobreviene el terremoto del 27 de febrero de ese año provocando

severos daños a la usina especialmente en el área de Producción Primaria, corazón de esta industria siderúrgica: Muelle, Planta de Coque, Altos Hornos y Acería.

Desde esa fecha la Compañía ha sufrido una serie de crisis que la han obligado a severas reducciones de personal y reorientar su producción a la producción de barras, disminuyendo totalmente la producción de productos planos. Las razones que más han incidido en la pérdida de competitividad y baja en la actividad de esta industria estratégica para la región, han sido la fuerte competencia externa y los elevados costos de energía eléctrica.

Durante el año 2017, CSH produjo 793.757 toneladas de acero líquido, mientras que la producción terminada de acero ascendió a 729.067 toneladas. Los despachos totales de productos de acero alcanzaron a 729.029 toneladas, de los cuales el 13% (94.489 ton) fueron destinados al mercado externo (Compañía Siderúrgica Huachipato 2018).

En materia de gestión ambiental, el foco ha estado puesto en los siguientes pilares:

- Reducción del consumo específico de agua.
- Reducción de las emisiones de contaminantes atmosféricos, en el marco de la futura implementación del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica del Concepción Metropolitano.
- Disminución de los consumos específicos de energía.
- Implementación de la estrategia "Cero Residuos" que apunta al reciclaje y reutilización de sus residuos industriales en los procesos propios.

### Industria del Cemento

En el año 1957 nace Cementos Biobío S.A. en Talcahuano, la que actualmente posee una capacidad de producción de 750.000 toneladas/año.

En materia de gestión ambiental, la producción regional de cemento ha registrado avances en el control de emisiones atmosféricas mediante la implementación de una serie de sistemas de abatimiento; y disminución de los consumos de agua para sus procesos, los que han disminuido en cerca de un 30% entre el año 2014 y 2017 (Cementos Bio Bio 2017).

## Industria Química

En la región existe un importante grupo de industrias químicas, las cuales básicamente se orientan a la producción de productos petroquímicos e insumos para las industrias de alimentos, celulosa, papel y metalúrgica. Las principales empresas químicas de la región que se encuentran adherida a la Asociación Gremial de Industriales Químicos de Chile (ASIQUM A.G.) se presentan en la tabla siguiente

Tabla 5. Principales industrias químicas de la región del Biobío

Empresa	Comuna	Productos
Air Liquide Chile	Coronel	Gases del Aire
Eka Chile	Talcahuano	Clorato de sodio
Fosfoquim	Talcahuano	NaSH
Georgia Pacific Resinas	San Pedro de la Paz	Resinas para tableros
Härting Aromas	Arauco	Aromas terpenéticos
Occidental Chemical (OXY)	Talcahuano	Soda, Cloro y derivados
Oxiquim S.A.	Coronel	Resinas para tableros
Petroquim S.A.	Hualpén	Polipropileno
Quimtec	Coronel	Emulsiones para tableros
Resinas del Bio-Bio	Coronel	Resinas para tableros
Tapel Willamette	Coronel	Pinturas especiales

En las últimas décadas ha existido un gran crecimiento de la industria química en la región Biobío, en los años 90 solo existían EKA Chile, Occidental Chemical, OXIQUIM S.A. y Petrodow. Esta última cerró sus puertas el año 2014.

## Sector sanitario

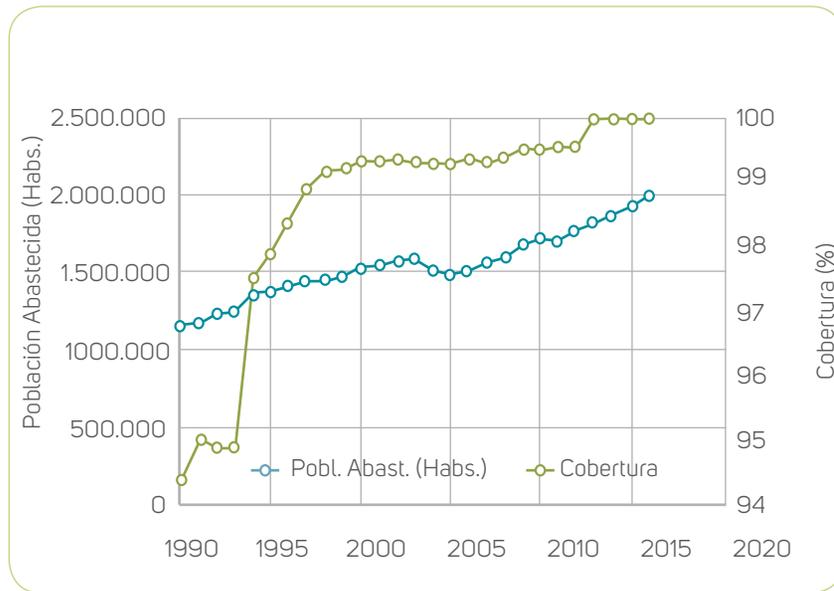
El sector sanitario comprende los sistemas de agua potable y saneamiento de las aguas servidas. En la región del Biobío, cerca del 90% de la población habita en zonas urbanas<sup>16</sup> concesionadas en las cuales los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas son provistos por empresas concesionarias o empresas explotadoras de concesiones. La legislación sanitaria chilena, contenida fundamentalmente en el DFL MOP N°382/88, establece que las concesiones para la prestación de los servicios de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas, sólo pueden otorgarse para zonas urbanas o urbanizables. Por su parte, las áreas rurales son abastecidas, en general, por cooperativas y comités de agua potable rural; la mayoría de los cuales forman parte del Programa de Agua Potable Rural del Ministerio de Obras Públicas y no se encuentran sometidos al marco regulatorio aplicable a las concesionarias (Superintendencia de Servicios Sanitarios 2017).

En las secciones que siguen se describe el estado de los dos componentes del sistema sanitario: i) producción y abastecimiento de agua potable y ii) saneamiento de aguas servidas.

### Producción y abastecimiento de agua potable

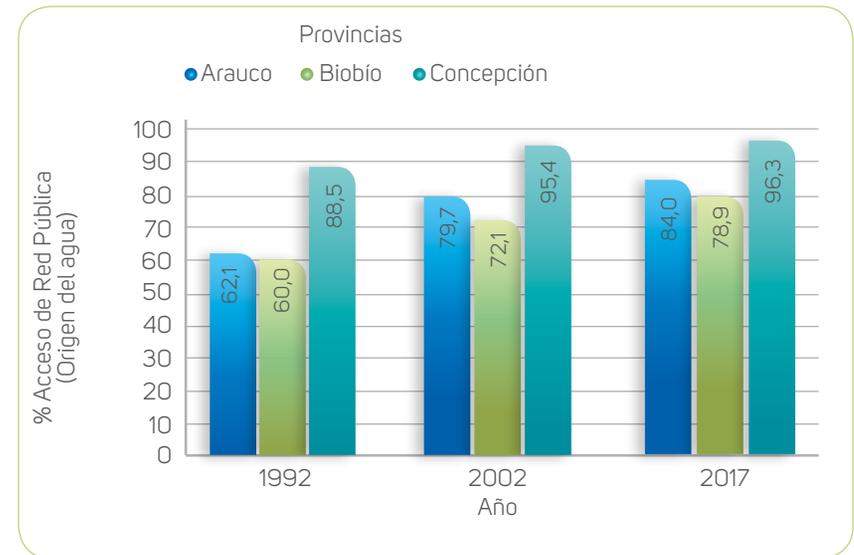
- Cobertura urbana y rural

La figura siguiente muestra la evolución de cobertura de agua potable en porcentaje y población abastecida entre 1990 al 2016 para la Región del Biobío, de acuerdo a información de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS 1990-2016). Las coberturas informadas anualmente por la SISS conciernen a los servicios entregados en los territorios operacionales urbanos de las empresas sanitarias a clientes residenciales con tarifas reguladas (clientes regulados). En esta figura se observa que en la actualidad en la región del Biobío la población abastecida asciende a 1.522.638, verificándose una cobertura cercana al 100%. Las empresas concesionarias, en zonas urbanas, en la región corresponden a ESSBÍO S.A. y Aguas San Pedro.



**Figura 8.**

Evolución de cobertura de agua potable en porcentaje y población abastecida entre 1990 al 2016 para la Región del Biobío (SISS 1990 - 2016).



**Figura 9.**

Porcentaje de viviendas con acceso de red pública. Censos del 1992, 2002 y 2017.

La Figura 9 muestra la evolución de la cobertura, para viviendas urbanas y rurales conectadas a la red pública, en los periodos censales 1992, 2002 y 2017, para las provincias de Arauco, Biobío y Concepción. En dicha figura se observa el incremento sostenido de la cobertura en ese período. Por otro lado, en la tabla 6 se presentan datos relativos a las viviendas particulares ocupadas con moradores presentes en las Provincias de Arauco, Biobío y Concepción, por origen de agua potable en áreas urbanas y rurales, para el año 2017. Se observa que en la provincia de Arauco, Biobío y Concepción el 97,5%, 97,8% y 98,6% de las viviendas particulares urbanas tiene acceso a la red pública de agua potable, respectivamente. Estos valores contrastan fuertemente con los la realidad de los sectores rurales, los cuales corresponde a un 42,6%, 30,6% y 24,2% de las viviendas particulares tiene acceso a la red pública de agua potable en la provincia de Arauco, Biobío y Concepción el, respectivamente.

Tabla 6. Viviendas particulares ocupadas con moradores presentes en las Provincia de Arauco, Biobío y Concepción, por origen de agua potable, según área urbana-rural (INE CENSO 2017).

Provincia	Área	Total viviendas particulares con moradores presentes	Red pública	Pozo o noria	Camión aljibe	Río, vertiente, estero, canal, lago, etc.	Origen de agua ignorado
Concepción	Total Provincia	317.420	305.625	5.252	997	3.705	1.841
	Urbano	307.443	303.212	1.534	214	746	1.737
	Rural	9.977	2.413	3.718	783	2.959	104
Arauco	Total Provincia	52.924	44.475	2.739	977	4.334	399
	Urbano	39.928	38.938	323	80	303	284
	Rural	12.996	5.537	2.416	897	4.031	115
Biobío	Total Provincia	128.571	101.460	20.121	2.438	3.843	709
	Urbano	92.431	90.403	1.248	243	75	462
	Rural	36.140	11.057	18.873	2.195	3.768	247

### Agua Potable Rural y escasez hídrica

En el año 2011 se creó la Subdirección de Agua Potable Rural, dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP). En Chile, la infraestructura de agua potable rural se construye con el aporte de distintos fondos públicos, entre ellos del MOP, FNDR, SUBDERE y municipalidades.

En el año 2017 en la región del Biobío existían 216 sistemas de Agua Potable Rural (APR), atendiendo a cerca de 205.631 habitantes (Dirección Obras Hidráulicas 2018). La Asociación de Municipalidades de la región del Biobío ha estimado que

existen 226 localidades con problemas de escasez hídrica y acceso al agua potable (GORE Biobío 2019). El 54% de estas localidades recibe agua mediante camiones aljibe, lo que ha generado que el Estado de Chile incurra en gastos mensuales cercanos a los \$570.000.000, en la región para abastecer zonas rurales con carencia de agua potable (Ministerio del Interior y Seguridad Pública 2015). Siendo el gasto de la Región de Biobío el mayor en el país para estos efectos.

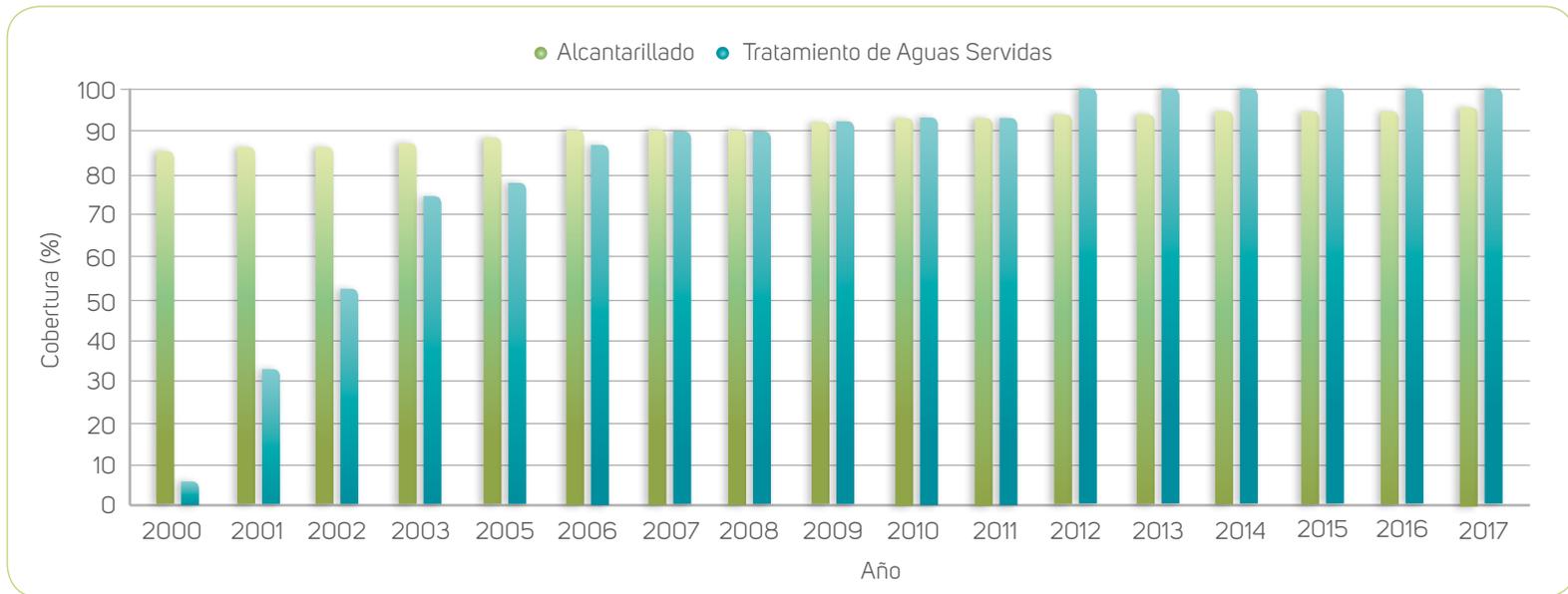
### Marco Regulatorio para el agua potable

A continuación se identifican las normas que regulan los servicios de agua potable en Chile:

- Decreto Exento N° 446, del año 2006, del Ministerio de Salud, que declara normas oficiales de la República de Chile
- Norma técnica N.Ch. 409/1.Of. 2005 Agua Potable-Parte 1: requisitos
- Norma técnica N.Ch. 409/2. Of. 2004 Agua Potable-Parte 2: muestreo
- Decreto N° 735/1969 y sus modificaciones del Ministerio de Salud "Reglamento de los servicios de agua destinada al consumo humano", que aseguran su inocuidad y aptitud para el consumo humano.

### Tratamiento de aguas servidas

La Figura 10 presenta la evolución en la cobertura de sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en sector urbano de la región del Biobío entre los años 2000 y 2017. En este período se puede observar un aumento de un 94% en la cobertura de tratamiento de aguas servidas llegando alcanzar el 100% a partir del año 2012.



**Figura 10.**

Evolución de la cobertura de sistema de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en el sector urbano de la región del Biobío entre los años 2000 y 2017. (Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios)

En el caso de los sistemas de alcantarillado, la cobertura ha fluctuado entre 86-96% entre los años 2000-2017 (SISS 2000-2017a). Es importante destacar que este aumento significativo en la cobertura de saneamiento está relacionado con la creación de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). A pesar que en el año 1977 se crea el Servicio Nacional de Obras Sanitarias (SENDOS), fue en el año 1990 cuando nace la SISS debido a la nueva normativa del sector sanitario, que se impuso un mayor control sobre las empresas del sector. Sin embargo, la modificación en el marco regulatorio del sector sanitario (Ley N°19.549) en el año 1998 que permite el ingreso de capitales privado, le otorga a la SISS un rol primordial en la regulación y fiscalización de las sanitarias (SISS 2019).

La entrada en vigencia de un nuevo marco regulatorio permitió fortalecer aún más esta necesidad de ampliar la cobertura de saneamiento en el país. Es así como en el año 1998, se establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado (D.S. N° 609/1998). Luego, el año 2000 entra en vigencia la norma de emisión asociada a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (D.S. N° 90/2000) que permite la protección ambiental y prevenir la contaminación de los cuerpos de agua receptores, ya sean ríos, lagos

y mar. En esta misma línea, se creó la norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas (D.S. N° 46/2002) y un reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) (D.S. N° 4/2009).

En la región del Biobío, al igual que la producción y distribución de agua potable, los sistemas de alcantarillados y el tratamiento de las aguas servidas están a cargo de manera mayoritaria de la empresa ESSBIO S.A. A partir del año 1990, ESSBIO se constituye como sociedad anónima abierta con la ayuda de la Corporación de Fomento de la producción (CORFO) y el Fisco de Chile para operar los servicios sanitarios en esta región. En el año 2000, se privatizó la compañía, tomando el control de la operación Thames Water, empresa internacional inglesa. Un hito muy importante para la región fue la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) Biobío durante el año 2003 en la actual comuna de Hualpén. Esta instalación permitió aumentar la cobertura de saneamiento de un 42% a 72%.

En la actualidad, la región del Biobío cuenta con más de 40 PTAS. La Tabla 7 muestra las diferentes PTAS presentes en la región. En cuanto a la tecnología de tratamiento, más 70% de las plantas ubicadas en la región utilizan lodos activados. A su vez, un 14% de las PTAS son emisarios submarinos que se ubican principalmente en localidades costeras como Lota, Penco, Talcahuano y Tomé. De acuerdo a los datos de la SISS (2017b), todas las PTAS cumplen con la normativa vigente (D.S. 90/2000).

Gracias a los esfuerzos en la aplicación de políticas públicas y la incorporación de diferentes tecnologías por parte del sector sanitario, la región del Biobío en el sector urbano cuenta con una cobertura de agua potable, alcantarillado y de tratamiento cercanas al 100%. Este avance ha traído como consecuencia una mejora en la calidad de vida de las personas, específicamente, en la salud de la población, ya que se ha logrado reducir la transmisión de enfermedades provocadas por el agua como lo son Rotavirus, Poliomiélitis, Hepatitis A y Cólera (Vidal & Araya 2014). En el ámbito ambiental, la operación de PTAS ha permitido reducir la contaminación de los distintos cuerpos de agua y en algunos casos, mejorar la calidad del agua. A pesar de estos avances, la incorporación de nueva legislación es necesaria para disminuir aún más los impactos en el ecosistema acuático.

En cuanto al saneamiento en las zonas rurales, esta situación sigue siendo una problemática que es necesario abordar. De acuerdo a Vera (2012), en el sector rural, la cobertura de agua potable, alcantarillado y de tratamiento de aguas servidas alcanzan el 71%, 47% y 8%, respectivamente. La gestión del agua potable recae bajo la administración de las organizaciones de Agua Potable Rural (APR).

Estas organizaciones, constituidas mayoritariamente por comités y alrededor de 150 cooperativas, suman 1.685 a lo largo de todo Chile. Su gestión de forma histórica ha recaído sobre los mismos usuarios, quienes a través de sus dirigentes llevan a cabo la misión de abastecimiento y en muchos casos, tratamiento de las aguas servidas (ANDESS 2016). Actualmente, se encuentra en tramitación la entrada en vigencia de la Ley N° 20.998 que regula los servicios sanitarios rurales que traerá consigo nuevos desafíos para las organizaciones de APR.

Tabla 7. Plantas de tratamientos de aguas servidas presentes en distintas localidades de la Región del Biobío. (Fuente: SISS).

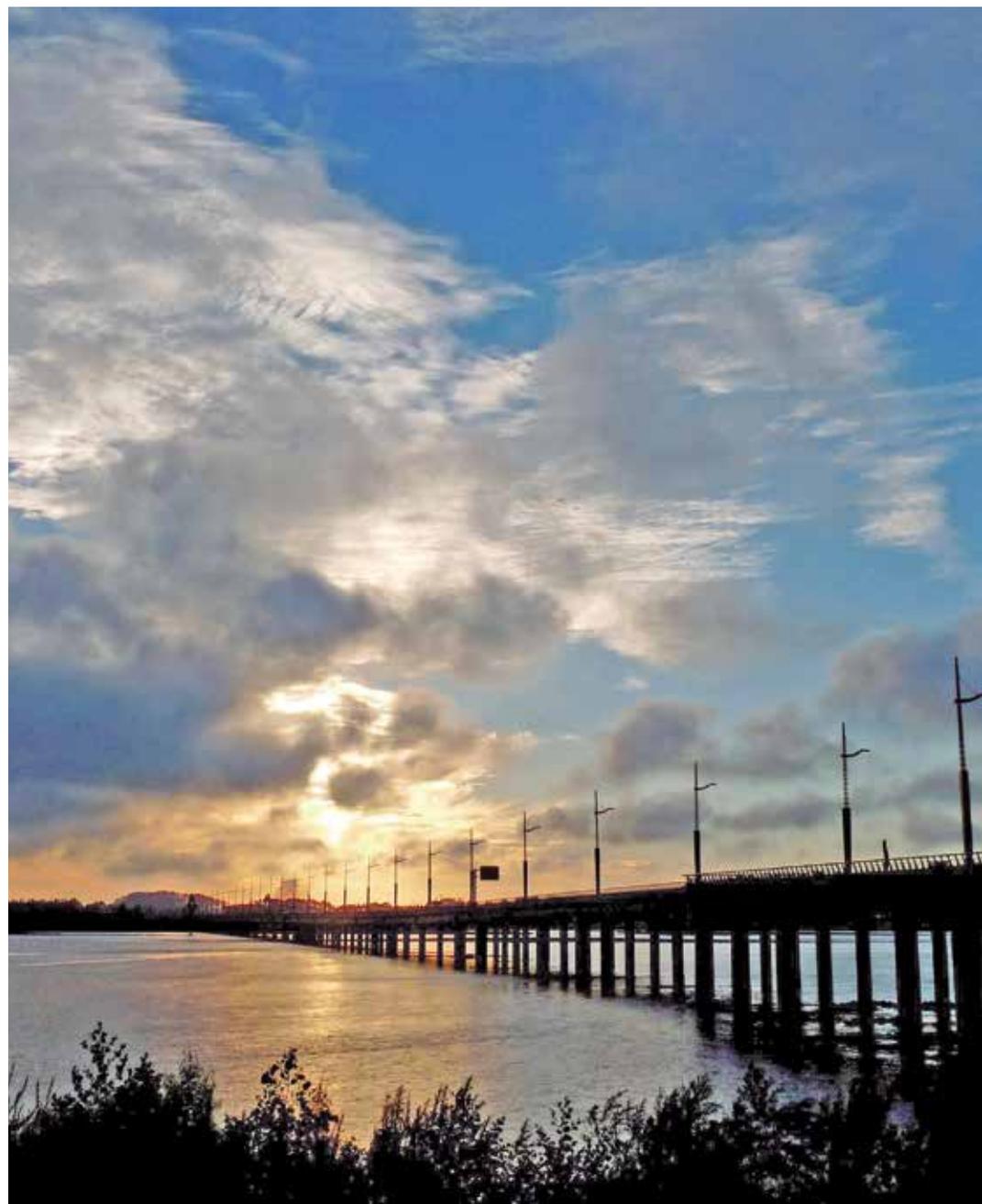
Localidad	Población Estimada de Tratamiento (hab)	Tipo de Tecnología	Curso Receptor
Arauco	28.350	Lodos Activados	río Carampangue
Cabrero	14.599	Lodos Activados	Estero Coihueco
Cañete	34.537	Lodos Activados	Estero Caillín
Cobquecura	5012	Lodos Activados	río El Molino
Coelemu	15.995	Lodos Activados	río Itata
Coihueco	26.881	Lodos Activados	Estero Coihueco
Gran Concepción (Chiguayante, Concepción, Hualpén y Talcahuano)	553.034	Lodos Activados	río Biobío
Contulmo	6031	Lodos Activados	Estero El Peral
Coronel			
(Norte y Sur)	116.262	Emisario Submarino	Mar
Coronel-Parque Industrial	-	Lodos Activados	Mar
Curanilahue	32.288	Lagunas Aireadas	río Curanilahue
Dichato	3488	Lodos Activados	Estero Dichato
Florida	10.624	Lagunas Aireadas	Estero Tapihue
Hualqui	24.333	Lodos Activados	Estero Patricio Lynch
Huepil	5495	Lodos Activados	Estero Arenal
Lebu	25.522	Emisario Submarino	Mar

Los Alamos	18.632	Lodos Activados	Estero León Colgado
Los Ángeles	128.933	Lodos Activados	Estero Quilque
Lota	43.535	Emisario Submarino	Mar
Monte Aguila	6090	Lodos Activados	Estero Monte Águila
Mulchen	29.627	Lodos Activados	Río Bureo
Nacimiento	26.315	Lodos Activados	Estero Taboleo
Negrete	9737	Lagunas de Estabilización	Río Biobío
Penco	47.367	Emisario Submarino	Mar
Punta de Parra	975	Lodos Activados	Quebrada Agüita de la Perdiz
Quilaco	3988	Lodos Activados	Río Biobío
Quilleco	9587	Lodos Activados	Estero Quilleco
San Pedro de la Paz	131.808	Emisario Submarino	Mar
San Rosendo y Laja	25.801	Lodos Activados	Río Biobío
Santa Bárbara	13.773	Lodos Activados	Río Biobío
Santa Clara	1833	Lodos Activados	Estero Pal Pal
Santa Juana	13.749	Lodos Activados	Río Biobío
Talcahuano	151.749	Emisario Submarino	Mar
Tomé	54.946	Emisario Submarino	Mar
Yumbel	21.198	Lodos Activados	Río Claro



Además es importante indicar que desde el punto de vista de la Gestión ambiental, con los objetivos de prevención y control de la contaminación de los sectores productivos, en la década del 2000 se implementan sistemas de vigilancia de variables ambientales y seguimiento en las mejoras tecnológicas. En este contexto destacan, dos herramientas: el Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental SNIFA, (D.S. N° 31 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente) y el sistema de ventanilla única de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes RETC (Artículo 1 del D.S. N° 1/2013, Ministerio del Medio Ambiente).

A modo de conclusión se puede mencionar que, la región del Biobío se ha caracterizado por tener una gran participación en el sector productivo, pues cuenta con recursos naturales diversos que contribuyen al desarrollo de diferentes sectores industriales con un gran aporte a la economía nacional. Esto se ve reflejado en lo presentado en este capítulo donde se menciona que esta región es principal polo energéticos del país y los sectores productivos tanto forestal como el agrícola y agro alimentario han tenido un crecimiento notable en los últimos 30 años. No obstante el sector industrial pesquero no ha presentado la misma tendencia pues se ha enfrentado a una disminución de los recursos marinos lo que ha contribuido en el cierre o baja de producción de las empresas de harina de pescado, situación que fue agravada con el terremoto del 27 F.



### Referencias Bibliográficas

- Cementos Biobío. 2017. Reporte de Sostenibilidad.
- Dirección de obras Hidráulicas. 2018. Desafíos del sector sanitario en Chile visión del sector rural.
- ENAP. 2017. Reporte de Sostenibilidad.
- EULA. 2014. Proyecto Análisis de Riesgos de Desastres y Zonificación Costera, Región del Biobío. Código BIP 30098326, Expediente Comunal Talcahuano, Gobierno Regional, Región del Biobío.
- Gore Biobío. 2019. Ponencia en la Cumbre regional de Cambio Climático.
- INFOR. Estadísticas Forestales región Biobío.
- INE. Censo Nacional Agropecuario 1997.
- INE. Cambios Estructurales en la Agricultura chilena. Análisis Intercensal 1976-1997-2007.
- INE. Censo Agropecuario y Forestal 2007.
- INE. Encuestas Intercensales 2015-2016.
- INE. Biobío. 2017. Producción del Sector Pesquero por línea de elaboración.
- INE. Datos Censo 2017. región del Biobío.
- Centro de Ciencias Ambientales EULA- Chile. 2018. Plan Energético regional de la región del Biobío.
- Memoria 2018, Compañía Siderúrgica Huachipato.
- Ministerio de Energía. 2018. Balance Nacional de Energía 2017.
- Ministerio del Interior y Seguridad Pública. 2015. Política Nacional para los Recursos Hídricos.
- Ministerio del medio Ambiente <http://www.retc.cl/>
- Ministerio de Obras Públicas. 2016. Atlas del Agua. Chile.
- ODEPA. 2018. Información regional 2018, región Biobío.
- ODEPA. 2017. Agricultura Chilena, Reflexiones y Desafíos al 2030.
- Revista Induambiente. 2018. Camino de Espinas Edición 150: 42 -44.
- Superintendencia del medio Ambiente <http://snifa.sma.gob.cl/v2/>
- Superintendencia de Servicios Sanitarios. Informe de gestión 2017.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). 1990-2016. Informe anual de coberturas urbanas de servicios sanitarios 1990-2016.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). 2000-2017a. Informe de gestión del Sector Sanitario 2000-2017
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). 2017b. resultados de Evaluación de Plantas de tratamiento de Aguas Servidas (PtAS).
- Vera I. 2012. Análisis de Funcionamiento y Patrones Asociativos de Sistema de tratamiento Convencionales y Naturales de Aguas Servidas para la Eliminación de materia orgánica y Nutrientes. tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Ambientales mención Sistemas Acuáticos Continentales, Universidad de Concepción, Chile, 236 pp.
- Vidal G & Araya F. 2014. Las aguas servidas y su depuración en zonas rurales: situación actual y desafíos. Ediciones Universidad de Concepción, ISBN 978-956-227-378-7, 118 pp.



# CAPITULO 9

## PUEBLO MAPUCHE EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO: CULTURA Y RESISTENCIA

---

Gerardo Azócar

### Introducción

El Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile de la Universidad de Concepción ha sido testigo, desde hace ya varias décadas, de los procesos de desarrollo en la Región del Biobío, aportando conocimiento y formación de capital humano bajo un enfoque científico que ha valorado, de manera integrada, el patrimonio natural y cultural que posee el territorio regional y que le otorga unicidad, cohesión y perspectivas futuras de desarrollo.

Las personas y comunidades están en el centro de este enfoque, que busca aportar elementos científicos, críticos y reflexivos, a la solución de problemas ambientales y socio-ambientales complejos y emergentes.

Frente a estos desafíos, no es posible una sola mirada o perspectiva disciplinar, más aún cuando ellas son marcadamente reduccionistas. Es por ello que nuestra práctica científica nos ha enfrentado, obligadamente, desde los inicios del Centro EULA-Chile, a las realidades territoriales de nuestra región y país; expresión o reflejo de dinámicas económicas, políticas, ambientales y socio-culturales que han modelado los paisajes, los procesos de desarrollo y calidad de vida de miles de personas.

Desde los orígenes del Proyecto EULA, a fines de la década de los 80, se ha trabajado, sistemáticamente, con el pueblo mapuche, especialmente con los pehuenches de Alto Biobío y los grupos mapuche de la zona costera de la región del Biobío y de la región de La Araucanía, además de los pueblos del norte del país, entre ellos los aymaras, atacameños y collas.

Esta experiencia permitiría, posteriormente, introducir contenidos docentes en los cursos de pre y postgrado impartidos por la Facultad de Ciencias Ambientales. A través del apoyo a políticas públicas y la realización de proyectos o estudios específicos, se ha logrado valorar y comprender la situación actual, y también pasada, de los *pehuenche* y *mapuche* de nuestra región, junto a las consecuencias económicas, sociales y ambientales de la aplicación de políticas de Estado, como la energética, y de importantes emprendimientos privados en sus actuales territorios de ocupación.

Con esta experiencia de trabajo y de investigación asociada, como también de involucramiento con actores sociales del mundo indígena, ha sido posible, en las últimas

tres décadas, observar los avances y retrocesos en la relación de este pueblo, con el Estado de Chile y la sociedad no indígena, tanto regional como nacional.

Un aspecto básico en nuestro enfoque ha sido reconocer la diversidad cultural como un factor de unidad y desarrollo territorial, particularmente la cosmovisión indígena y su modo de articulación con los recursos naturales y ecosistemas, base de sustentación material y espiritual de personas, comunidades y pueblos a lo largo de todo Chile.

Sin embargo, las políticas y acciones del Estado de Chile habrían negado sistemáticamente a lo largo de nuestra historia reciente, estos valores, tradiciones y derechos. Particularmente aquellos referidos al reconocimiento constitucional de estos pueblos y sus demandas territoriales.

Buena parte de la literatura referida a los pueblos originarios de Chile, particularmente a los mapuche, da cuenta de una histórica relación de conflictividad entre este pueblo y la sociedad no indígena dominante, marcada por un patrón de conflicto armado, dominación, estigmatización y usurpación de derechos sobre tierras, bosques y aguas.

Los orígenes de este problema cultural se remontan a la ocupación del territorio mapuche, desde la segunda mitad del siglo XIX en adelante (Bengoa 1985, Bengoa 2012, Klubock 2014, Torres *et al.* 2016). La ocupación militar de La Araucanía, la formación de la propiedad estatal y particular, junto con la confinación de los mapuche al ámbito reduccional, son algunos factores que, hasta nuestros días, explican sus demandas.

A más de cien años de estos sucesos, las reclamaciones territoriales de las comunidades mapuche del sur de Chile se mantienen, asociándose a la denominada protesta social del pueblo mapuche y al surgimiento de un movimiento social mapuche de resistencia, en un contexto de políticas represivas, criminalizadoras y asistencialistas por parte del Estado de Chile (Bengoa 1999, 2012, Klubock 2014).

Estos movimientos sociales buscan recuperar tierras despojadas, evitar el avance de las empresas forestales, y enfrentar la escasez hídrica observada en zonas rurales densamente pobladas por comunidades mapuche.

## EULA, mapuches y pehuenches

De particular importancia, como herramientas de apoyo a la gestión del Fondo de Tierras y de Aguas (FTAI) de la CONADI, han sido los estudios catastrales y de propiedad indígena, especialmente el trabajo realizado en el área de desarrollo indígena del Alto Biobío entre los años 1999 y 2001.

Como parte de este proyecto se realizaron detallados análisis jurídicos y territoriales de la evolución de las tierras pehuenche en Alto Biobío, aportando valiosa información para la resolución de demandas y conflictos (Figura 1).

En algunos casos los estudios de títulos fueron utilizados como documentos técnicos de peritaje judicial, por tribunales del Estado, para dirimir causas o litigios de tierras entre particulares y pehuenches, como fue el caso de la comunidad Antonio Canio o Trapa-Trapa en el valle del río Queuco.

La exhaustiva revisión y análisis de títulos de dominio, en un período superior a cien años, y la determinación de la ocupación material o posesión efectiva de las tierras, por parte de particulares, colonos e indígenas, fueron fundamentales para aclarar los derechos sobre parte de estos territorios.

La información generada en este trabajo permitiría, posteriormente, adquirir y restituir más de cinco mil hectáreas a favor de comunidades pehuenche de la zona, contribuyendo a solucionar graves conflictos entre colonos, el Estado y los pehuenches de las comunidades del valle del río Queuco.

### Nota de interés. La "toma" pehuenche del Centro EULA

A fines de enero del año 2000 un grupo de más de 30 pehuenche de Alto Biobío, con instrucciones de la dirigencia del Consejo de Todas las Tierras, movimiento liderado por Aucán Huilcamán, y por José Naim, ingresaron al Centro EULA-Chile con el objetivo de tomarse las instalaciones.

Las razones: exigían garantías al Estado y pedían la mediación de la Universidad de Concepción para que, en el marco del catastro de tierras que se estaba llevando a cabo, no fuesen consagrados o reconocidos los derechos de propiedad de particulares y que, a la vez, se restituyeran o más bien se devolvieran las tierras que, a su juicio, les habían sido legalmente usurpadas.

Luego de más de tres meses en que el estudio estuvo detenido y que no era posible trabajar en Alto Biobío, el intendente de la época firmaría un acuerdo que reconocería el petitorio de los dirigentes pehuenche. En la lógica del pehuenche, detrás de un estudio de esta naturaleza se escondía un nuevo y gran despojo de tierras. En un clima de alta tensión social, agravado por la construcción de la central hidroeléctrica Ralco, no sólo se realizaba un gran esfuerzo técnico y de investigación, sino que además se mediaba entre el Estado y la dirigencia pehuenche.

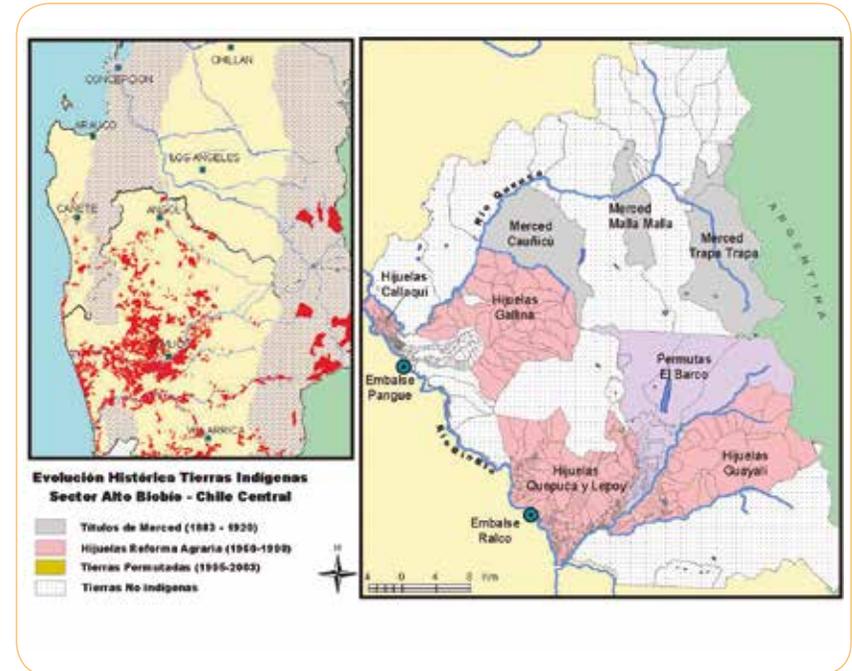


Figura 1.

Tierras pehuenches en Alto Biobío. Fuente. Catastro legal de la propiedad sector Alto Biobío. Centro EULA-Chile, Seremi Bienes Nacionales región del Biobío, 2001.

Entre los años 2004 y 2005 se llevó cabo el estudio "Catastro oferta-demanda de tierras, aguas y riego para indígenas en Chile", proyecto de apoyo al Fondo de Tierras, Aguas y Riego (FTAI) de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI). Su origen está vinculado a una serie de preguntas y cuestionamientos que, en aquellos años, realizó el Ministerio de Economía y Hacienda a la Conadi, específicamente:

- ¿Cuánta tierra necesitan los mapuche para desarrollarse?
- ¿Hasta cuándo era necesario mantener los subsidios de tierras y aguas para indígenas?
- ¿Constituía la tierra, efectivamente, un motor de desarrollo socio-cultural para los pueblos originarios de nuestro país?

Para enfrentar este nuevo desafío, se diseñó un modelo para estimar las demandas proyectadas de tierras, aguas y riego para los diferentes pueblos originarios de Chile.

Las necesidades de información actualizada, de visiones territoriales de síntesis y, especialmente, de criterios que permitieran orientar los programas del FTAI en materia de focalización y priorización de inversiones públicas, fueron los aspectos orientadores del trabajo realizado.

Como premisa cultural básica se consideró la tierra como un factor fundamental, para lograr reducir la brecha socio-económica entre la población indígena y no indígena, especialmente para la población y comunidades mapuche.

Al aceptar esta premisa, se reconocía la importancia que adquiere el territorio para los indígenas y para su desarrollo integral, sostenido y autónomo.

El modelo elaborado consideró varios supuestos técnicos y culturales, que entregaron el peso de las estimaciones de tierras a su capacidad, como factor productivo para generar ingresos prediales y superar la línea de pobreza de hogares y familias indígenas.

Para el caso de una familia mapuche, representativa de La Araucanía, se llegó a un valor de 13 hectáreas, cantidad de tierras arables necesarias para sostener una explotación agropecuaria tradicional y generar excedentes e ingresos que permitieran superar su condición de pobreza.

Considerando una demanda potencial de tierras de ampliación familiar, que son aquellas tierras que CONADI adquiere a través de subsidios para familias indígenas que las solicitan, se estimaron los montos de la inversión requerida y los horizontes o plazos para satisfacerla, para cada uno de los pueblos originarios de Chile.

Se concluyó que la inversión en tierras debía, a lo menos, cuadruplicarse y mantenerse constante durante una centuria. En otras palabras, más tierras y de mejor calidad, como una de las vías posibles para: atenuar los procesos migratorios de población indígena; potenciar su identidad y cultura a través de la promoción de actividades agropecuarias, rescate de saberes tradicionales y mejoramiento tecnológico; reparar o compensar la deuda histórica del Estado en relación con la pérdida de territorios indígenas y reducir potenciales conflictos.

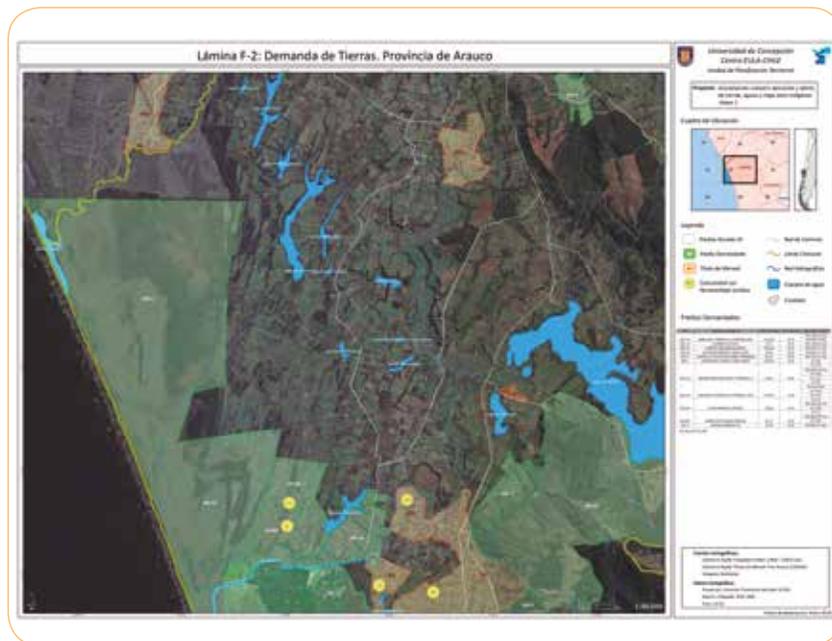
Posteriormente, a fines del año 2009, la Secretaría General de la Presidencia (SEGPRES), encabezada por el entonces ministro, José Antonio Viera-Gallo, solicitaría al Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile actualizar el catastro de tierras, aguas y riego mencionado anteriormente.

El estudio se gestaba en momentos de serios conflictos y represión contra comunidades mapuche de las provincias de Arauco, Malleco y Cautín, en las regiones del Biobío y La Araucanía, respectivamente, en un período de fuertes movilizaciones y recuperaciones territoriales.

En cierto modo, correspondía a una maniobra política del Estado, para bajar la tensión en la zona y aclarar la situación de tierras que, posiblemente, pudieran ser restituidas a las comunidades mapuche. Este era uno de los objetivos técnicos del catastro, además de levantar la demanda de tierras con una mirada estratégica, estimando su valor de mercado y asociándola a los niveles o grados de conflictividad de los territorios y comunidades (Figura 2).

### Nota de Interés. Un estudio técnico con objetivos políticos

Un serio y grave problema debía ser enfrentado por el Estado, o más bien dilatado en el tiempo. Las comunidades mapuche presionaban por tierras y autonomía territorial, y las grandes corporaciones privadas, principalmente forestales, exigían al gobierno de turno restaurar el Estado de derecho en la zona de conflicto que, a su juicio, estaba siendo vulnerado, provocando efectos negativos sobre la inversión y el denominado índice riesgo país. En ese contexto los datos del catastro podían ser una herramienta poderosa de actuación, ya que, metodológicamente, relacionaba la demanda-oferta de tierras con los grados o niveles de conflictividad de los territorios analizados, más específicamente de algunas comunidades mapuche.



**Figura 2.**

Polígonos de tierras demandadas por comunidades mapuches, Provincia de Arauco (2010). Fuente. Actualización catastro demanda y oferta de tierras, aguas y riego para indígenas Etapa 1. Centro EULA-Chile, SEGPRES.

Un trabajo con un claro impacto positivo sobre grupos pehuenche de la Región del Biobío fue el “Estudio georreferenciado del Fundo Porvenir, Región del Biobío”, desarrollado el año 2005 para el Ministerio de Bienes Nacionales (MBN).

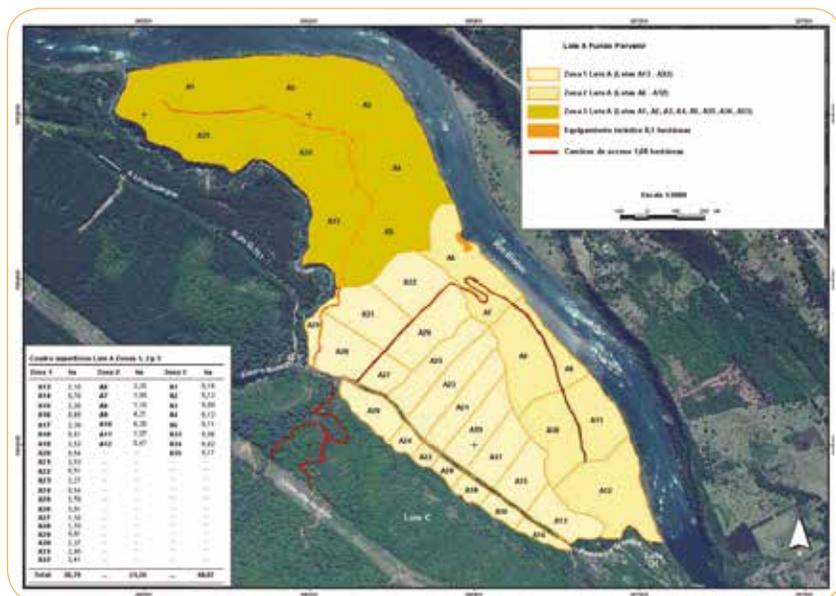
Su génesis se encuentra en el proyecto Ralco y los compromisos asumidos por Chile ante el fallo de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, que exigió al Estado compensar el daño ecológico y ambiental provocado por la construcción y operación de la central hidroeléctrica Ralco, y las consecuencias socioculturales derivadas de la relocalización de personas, familias y comunidades pehuenche de Alto Biobío.

El fallo de la Corte estableció como compensación, entre otras medidas, crear un área protegida o bajo protección oficial en Alto Biobío, e incrementar las tierras ya entregadas a 10 familias pehuenche reasentadas involuntariamente.

En ese contexto se realizó la evaluación del fundo Porvenir, predio cordillerano de más de 20 mil hectáreas donado al Estado de Chile por Endesa-España y ubicado en la comuna de Quilaco.

Los objetivos de este trabajo fueron determinar las potencialidades territoriales de este predio, elaborar una propuesta de zonificación y de subdivisión predial para reasentar a las 10 familias pehuenche (Figura 3).

Entre los años 2017 y 2018 se llevó a cabo el estudio Plan de Ordenamiento y Gestión Territorial de la Cuenca del Lago Lanalhue (POGT), trabajo encomendado por la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la Región del Biobío.

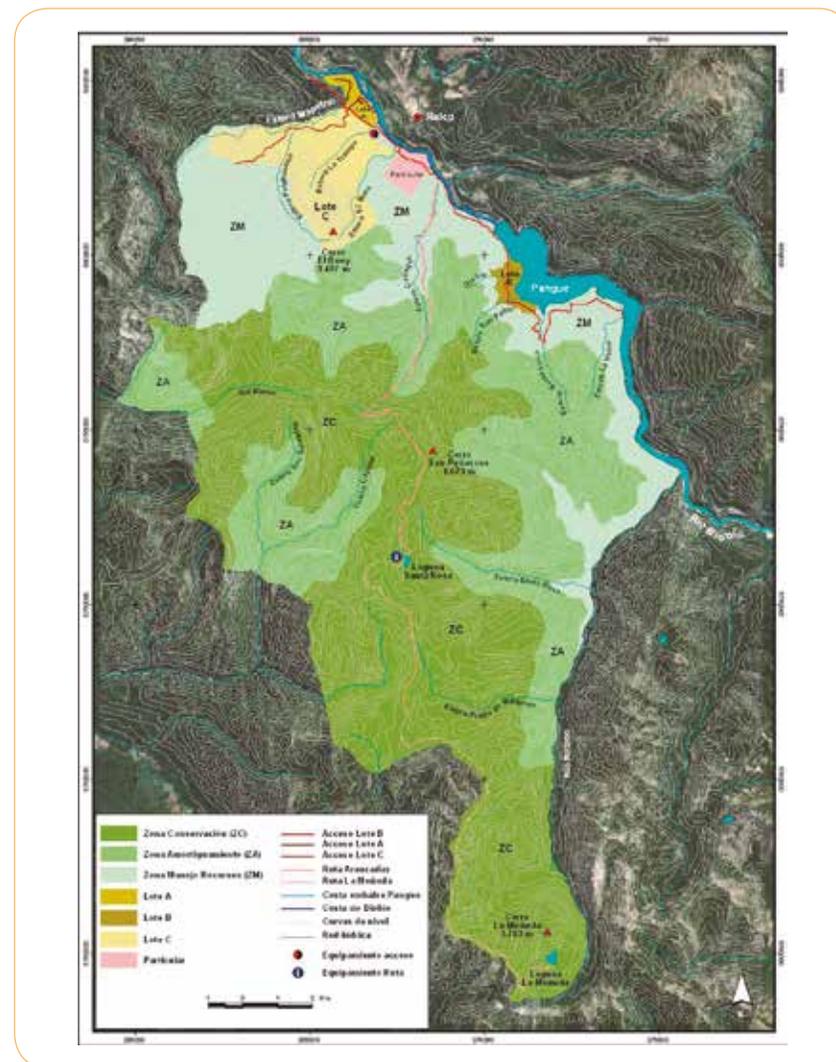


**Figura 3.** Propuesta de subdivisión y asignación de hijuelas a familias pehuenche, fundo Porvenir, Alto Biobío. Fuente. Centro EULA-Chile, Seremi Bienes Nacionales, región del Biobío, 2005.

Un aspecto relevante en la elaboración del POGT fue la participación de las comunidades mapuche del valle de Elicura. El aporte de saberes locales fue fundamental para complementar los diagnósticos técnicos, y la activa participación en talleres, permitió conocer las diferentes miradas de los actores sociales, sus intereses y objetivos de desarrollo.

Un aspecto relevante para las comunidades mapuche y las diferentes propuestas del Plan, fue la identificación y valorización de los sitios de significación cultural asociados, principalmente, al bosque nativo y cursos de agua.

La búsqueda de consensos y acuerdos para conservar, proteger y acceder a dichos sitios, con fines culturales y socio-productivos, fue, desde una perspectiva de gestión cultural, uno de los objetivos prioritarios del POGT Lanalhue (Figura 4).



**Figura 4.** Áreas históricas de ocupación mapuche cuenca hidrográfica Lago Lanalhue y sitios de significación cultural. Fuente. Centro EULA-Chile, Seremi del Medio Ambiente región del Biobío, 2019.

### Reflexiones Finales

El Departamento de Planificación Territorial del Centro EULA Chile ha participado activamente, en la generación de información sobre población y comunidades mapuche, básicamente para apoyar los procesos de focalización de inversión pública en materia de tierras y aguas, como también para asistir y acompañar a comunidades en la implementación de planes territoriales, como fue el caso del estudio “Mesa territorial Newen Mapu”, en la comuna de La Unión de la Región de Los Ríos, ejecutado, entre los años 2017 y 2018, para el Programa Chile Indígena, dependiente de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).

A partir de esta vinculación con territorios y actores sociales, ha sido posible interpretar procesos, generar conocimiento y desarrollar líneas de investigación.

### Los procesos observados

Una importante consecuencia de las políticas de Estado y, en general, de la relación de los mapuche con la sociedad no mapuche dominante, ha sido el surgimiento de un movimiento denominado de resistencia mapuche, que reivindica sus derechos y demandas territoriales a través de diferentes medios o vías (Torres *et al.* 2015, Torres *et al.* 2016).

Para dirigentes, autoridades tradicionales mapuche e investigadores, lo que observamos en la actualidad es fruto de lo que denominan las tres invasiones: primero fue la corona española, luego el Estado republicano de Chile y, finalmente, las grandes corporaciones forestales (Bengoá 2014, Klubock 2014).

En opinión de dirigentes y diversas organizaciones mapuche, estas empresas co-gobiernan extensos territorios de Chile central, concentrando poder económico y territorial (Figura 5).

En este escenario, Milla señala que, a través de los medios de comunicación, se ha ido configurado un discurso dominante, basado en prejuicios y en la defensa de la propiedad privada de empresas forestales y agricultores asentados en territorio ancestral mapuche, discurso que tiende a negar los derechos indígenas, influyendo sobre la sociedad

nacional, regional, y sobre los procesos judiciales que afectan hoy en día a comuneros mapuche acusados de actos de violencia (Milla 2007).

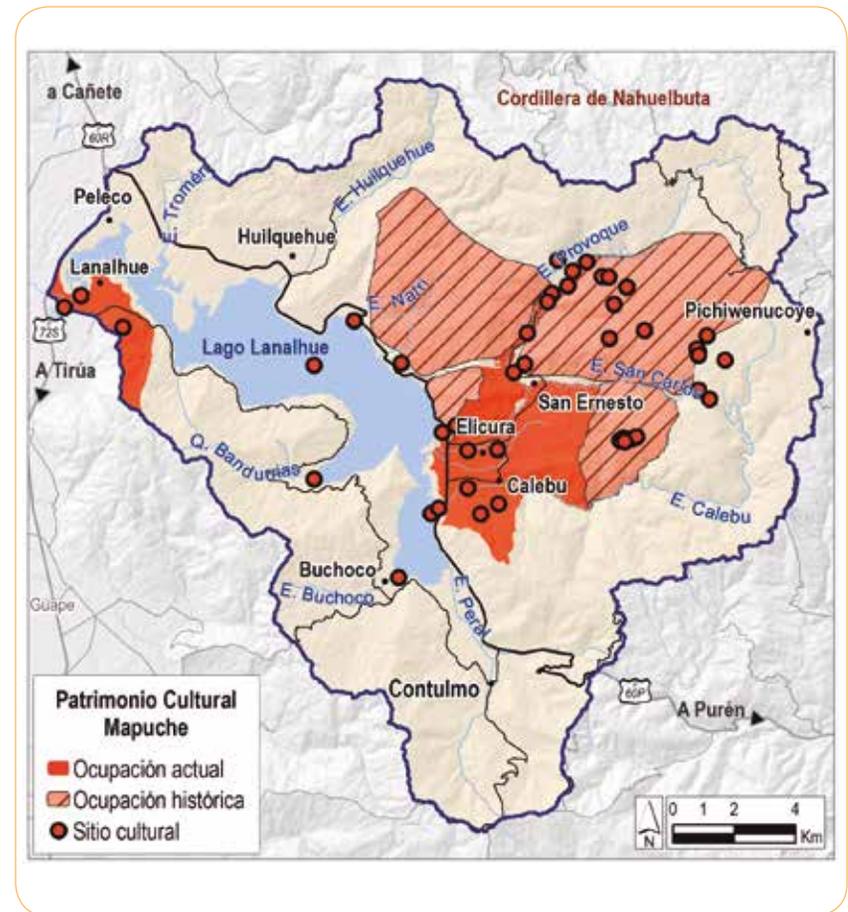


Figura 5.

Propiedad forestal y tierras mapuches, región del Biobío. Fuente: Elaboración propia.

### Nota de Interés. Monocultivo forestal en la cuenca del Lago Lanalhue.

Cuenca hidrográfica del Lago Lanalhue, hermosos paisajes y un magnífico cuerpo de agua que posibilita el desarrollo turístico de la zona, y la provisión de importantes servicios eco-sistémicos.

Las tierras mapuche en la cuenca son reducidas y se encuentran en las tierras bajas o valles de uso agrícola y ganadero, con no más de dos hectáreas para cada familia mapuche.

A medida que se asciende en la cuenca el paisaje es más homogéneo y poco diverso, predominando el monocultivo de plantaciones forestales de pino y eucalipto, que cubren más del 50% de la superficie total de la cuenca, patrimonio de dos grandes empresas forestales.

Los sitios de significación cultural de las comunidades mapuche del valle de Elicura, como menokos y trayenkos, se encuentran dentro de estas grandes propiedades forestales y están asociados al agua, particularmente en las nacientes de la cuenca donde aún subsisten fragmentos de bosque nativo.

La capacidad de producción hídrica de la cuenca depende de estos sitios, como también las prácticas tradicionales de recolección de frutos silvestres y plantas medicinales de los mapuche.

En los últimos años el tema o problema indígena, como algunos medios de comunicación lo caratan en nuestro país, ha adquirido una creciente importancia en la sociedad nacional. A pesar de los avances observados en algunas materias relacionadas con el desarrollo económico y social, la ratificación del Convenio N° 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y las políticas del Estado en materia de subsidios a tierras y aguas, existen temas pendientes a resolver, como es, por ejemplo, su exclusión de los procesos de toma de decisiones de políticas gubernamentales y legislativas que les conciernen (Bengoia 2014).

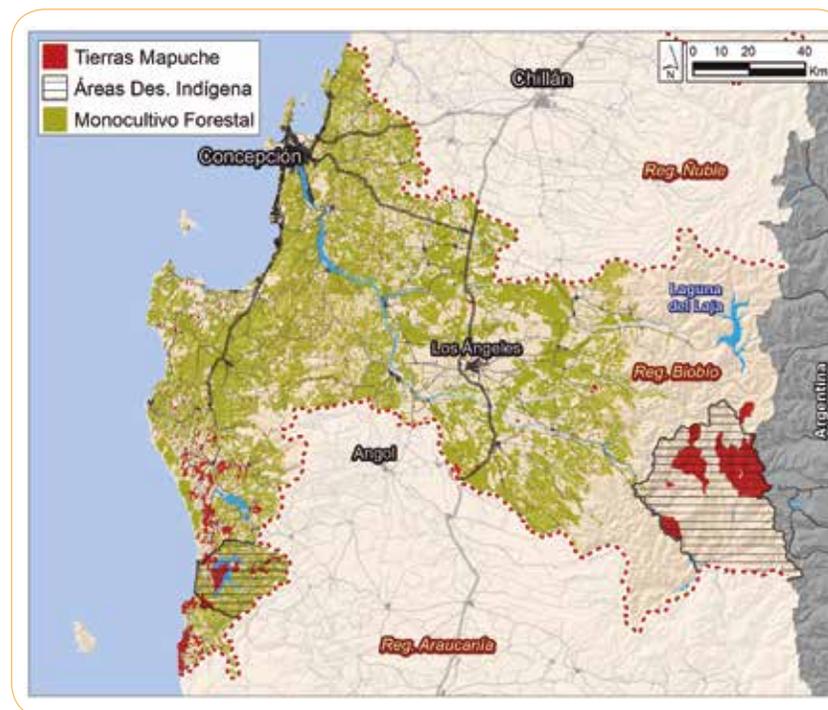


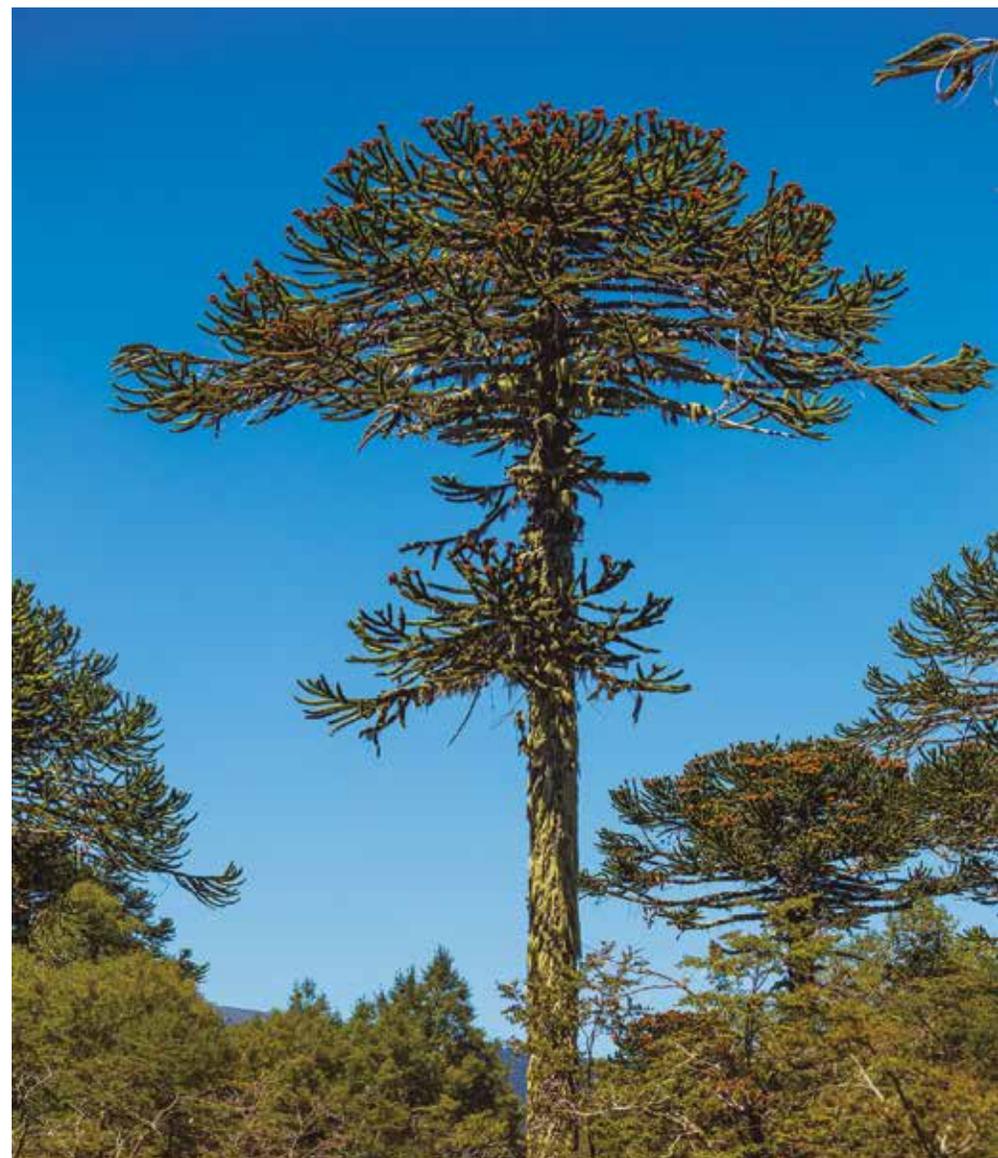
Figura 6.

Propiedad forestal y tierras mapuches, Región del Biobío. Fuente. Elaboración propia.

En lo que respecta a la situación de los pueblos indígenas de la Región del Biobío, especialmente de los grupos pehuenche de Alto Biobío y lafquenche de la Provincia de Arauco, resulta algo complejo discriminar entre los avances y retrocesos observados en los últimos años.

Si bien hay mejoras en algunos indicadores de inclusión o exclusión social como la pobreza, educación, conectividad, equipamientos y servicios, no es menos cierto que la protesta social indígena ha escalado peligrosamente, dejando de manifiesto ante la sociedad nacional la fortaleza y argumentos de sus demandas reivindicatorias, especialmente territoriales.

En el marco de los estudios mencionados, y a través de los últimos años, hemos observado la evolución de la protesta social mapuche y pehuenche, aportando, parcialmente, a la solución de problemas de origen histórico y otros más recientes asociados a grandes intervenciones territoriales en sus antiguos y actuales espacios de ocupación. Se ha transmitido esta experiencia a nuestros estudiantes, nacionales y extranjeros, a través de la dictación de charlas, clases en escuelas de verano y una oferta permanente de ramos electivos acerca de la realidad de nuestros pueblos originarios, especialmente el mapuche.





*EULA - CHILE*

## Referencias Bibliográficas

- Agesen D. 1993. The natural and social geography of Araucaria araucana. Thesis Faculty of the graduate school of the University of Minnesota.
- Agesen D. 1998. Indigenous resource rights and conservation of the monkey-Puzzle tree (*Araucaria araucana*, *Araucariaceae*): A case study from southern Chile. *Economic Botany* 52(2) pp.
- Aguayo M. 1998. Propuesta de ordenación del uso de los recursos naturales de la comunidad pehuenche de Callaqui, VIII region, Chile. Tesis de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Azócar G. 1995. Estructura y funcionamiento de Sistemas de Producción Indígenas: estudio de un caso; Reducción Pehuenche de Callaqui, Comuna de Santa Bárbara, Provincia de Biobío, VIII región. *revista medio Ambiente, Universidad Austral de Chile* 12 (2): 14-23.
- Azócar G. 1996. Situación actual de las comunidades pehuenches del Alto Biobío-Chile. Aspectos históricos, económicos y culturales. En: *Actas de la Jornada de Estudio dedicada a La Difesa Dell ecosistema mapuche. Edizioni ALFAZEtA*, p.p. 23-49, Parma, Italia.
- Azócar G. 1998. Evaluación de Impacto Ambiental de represas en el Alto Biobío; valoración de efectos sobre comunidades indígenas. En: *Diálogo Valoración Económica en el uso de los recursos naturales y el medio ambiente, Programa Cooperativo para el desarrollo tecnológico agropecuario del Cono Sur (ProCISUr)*. pp. 107-112, Montevideo, Uruguay.
- Azócar G, Sanhueza R, Aguayo M & Valdés C. 2002. Propiedad y ordenamiento territorial en áreas de Desarrollo Indígena de Chile: El caso del Alto Biobío. *Revista CIPMA, VoL. XVIII, N° 2, 3, 4:182-189*.
- Azócar G, Sanhueza R, Aguayo M, Romero H. & Muñoz M. 2005. Conflicts for control of Mapuche-Pehuenche land and natural resources in the Biobío highlands, Chile. *Journal of Latin American Geographpy* 4: 58-76.
- Bengoa J. 2014. *Mapuche: Procesos, políticas y culturas en el Chile del Bicentenario*. José Bengoa/Editor. Santiago de Chile, Catalonia, 300 pp.
- Centro EULA-Chile. 1992. Informe: Análisis del informe de Evaluación de Impactos Ambientales relevantes del Proyecto Pangué, realizado para Pangué S.A. por Ecology and Environment INC y Agrotec Ltda. Evaluación efectuada por el Centro EULA-Chile, de la Universidad de Concepción, para la Comisión de recursos Naturales, Bienes Nacionales y medio Ambiente de la honorable Cámara de Diputados, Chile. tema: análisis de impactos sobre comunidades mapuche-Pehuenche de Alto Biobío.
- Centro EULA-Chile. 2000. Estudio legal de la propiedad en el sector del Alto Biobío. Convenio Secretaría regional ministerial de Bienes Nacionales región del Biobío y Centro EULA-Chile.
- Centro EULA-Chile. 2001. Diagnóstico de los litigios de tierras indígenas originados en las asignaciones y reasignaciones de tierras hechas entre los años 1960 y 1980 en la región del Biobío. Convenio Centro Eula-Chile Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
- Centro EULA-Chile. 2002. Diagnóstico de los litigios de tierras indígenas originados en las asignaciones y reasignaciones de tierras hechas entre los años 1960 y 1980 en la región de la Araucanía. Convenio Centro Eula-Chile Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
- Centro EULA-Chile. 2004. Catastro, demanda y oferta de tierras, aguas y riego para indígenas. Convenio Centro EULA-Chile Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
- Centro EULA-Chile. 2005. Estudio Territorial Georreferenciado del Fundo Porvenir, VIII Región del Biobío. Convenio Centro EULA-Chile-Ministerio de Bienes Nacionales.
- Centro EULA-Chile. 2006. Catastro demanda y oferta de tierras, aguas y riego para indígenas, II etapa. Convenio Centro EULA-Chile-Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
- Centro EULA-Chile. 2007. Diagnóstico de la demanda de riego de la población indígena en la VIII, IX y X región. Convenio Centro EULA-Chile-Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).

- Centro EULA-Chile. 2008. Diagnóstico de los derechos de agua en la población indígena de la región de La Araucanía. Convenio Centro EULA-Chile-Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
- Centro EULA-Chile. 2019. Plan de ordenamiento y gestión territorial de la cuenca hidrográfica del Lago Lanalhue (POGT). Convenio Centro EULA-Chile-SEREMI Medio Ambiente Región del Biobío.
- CEPAL. 2009. Diagnóstico de Salud en la Provincia de Arauco. Informe preliminar.
- Klubock T. 2014. La Frontera: Forests and Ecological Conflict in Chile's Frontier Territory. Durham/London, Duke University Press, 416 páginas.
- Llancaqueo V. 1996. todas las aguas, el subsuelo, las riberas, las tierras. Notas acerca de la (des)protección de los derechos indígenas sobre sus recursos naturales y contribución a una política pública de defensa. En: [www.xs4all.nl/rehue/art/aguas1.html](http://www.xs4all.nl/rehue/art/aguas1.html).
- Milla E. 2007. Los mapuches ante la justicia. La criminalización de la protesta indígena en Chile. Chile, Santiago. Lom Ediciones.
- Ministerio de Salud Chile. 2006. Perfil Epidemiológico básico de la población Aymara. Servicio de Salud de Arica.
- Organización Internacional De Trabajo (OIT). 2007. Informe de Panorama Laboral de América Latina.
- TEPU. 1998. Elaboración de Plan de Desarrollo Pehuenche para el Área de Desarrollo Indígena del Alto Biobío.
- Vargas R. 1993. Análisis territorial de las comunidades pehuenches de Ralco Lepoy y Quepuca Ralco y Reserva Nacional Ralco. Tesis de Geografía, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile, Santiago, Chile.





# CAPITULO 10

## CONTEXTUALIZANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN DEL BIOBÍO: PERSPECTIVA PASADA, ACTUAL Y ESTRATEGIAS

Alberto Araneda  
Alejandra Stehr  
Denisse Álvarez  
Roberto Urrutia  
Natalia Hidalgo

### Introducción / Generalidades

#### ¿Cambio climático, cambio global o calentamiento global?

Actualmente en muchos ámbitos de nuestra sociedad suelen escucharse los términos cambio climático, cambio global o calentamiento global, utilizándose algunas veces de una manera que pareciera significar casi lo mismo.

Lo cierto es que, estrictamente hablando corresponden a fenómenos diferentes, que se tratarán de aclarar a lo largo del presente texto.

El término cambio climático, como su nombre lo indica, se refiere a un cambio en los patrones meteorológicos que determinan el clima de un área en particular. A su vez para definir un clima, por convención internacional deben utilizarse registros meteorológicos de al menos 30 años de datos.

De esta forma se ha definido que el clima del desierto de Atacama corresponde a un clima desértico etc., mientras que el clima de Concepción, se define como clima templado cálido con una estación seca corta (Dirección Meteorológica de Chile).

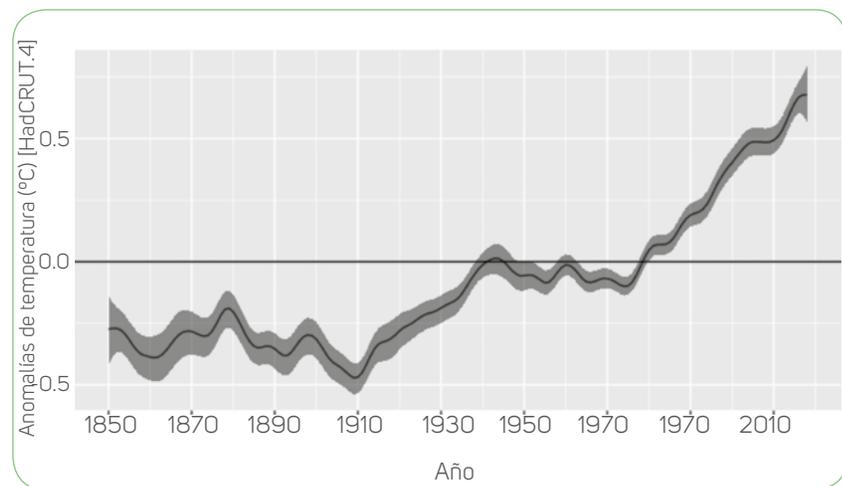
Así, cuando hablamos de cambio climático debemos entender que se trata de un cambio que sobrepasa de manera cuantificable, perceptible o significativa, al clima imperante de un sector de la tierra dentro de un marco temporal de al menos 30 años.

El cambio global es un concepto que se acuñó en la década de los años 80, que hace referencia a un número de problemáticas ambientales que tienen repercusiones a escala global, que son interdependientes y que pueden llegar a afectar directamente nuestra existencia como especie, así como también al resto de los organismos del planeta.

Dentro del concepto de cambio global se encuentra el aumento de los gases de efecto invernadero, el agujero en la capa de ozono, la creciente urbanización, la contaminación del aire y el aumento de los desechos sólidos a escala mundial. De manera que, bajo este término, el cambio climático pasaría también a formar parte de este tipo de problemas globales.

De acuerdo a la evidencia científica, el aumento de los gases de efecto invernadero (GEI), principalmente del CO<sub>2</sub>, se relaciona casi directamente con el aumento de la temperatura global de planeta, siendo el principal forzante del fenómeno llamado calentamiento global.

Este calentamiento global, que se ha verificado claramente desde fines de la Segunda Guerra Mundial, se denomina también como cambio climático. Sin embargo, como indicamos previamente la definición de cambio climático está basada en desviaciones significativas respecto de variables meteorológicas, en un marco temporal dado (Figura 1).



**Figura 1.**

Anomalías de temperatura (°C) a escala global para los últimos 168 años, respecto del período 1961-1990 (Data desde la estimación HadCRUT.4, del Hadley Center Met Office, Reino Unido (Morice *et al.* 2012).

En el contexto mundial existen varias instituciones que se han dedicado a estudiar y divulgar la temática del cambio climático. Una de ellas es el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). El último informe AR5 del IPCC (2014) indica que el planeta está experimentando un cambio climático significativo, con un claro aumento de las temperaturas promedio globales del planeta (Figura 1).

Al comparar la información climática existente entre ambos hemisferios, se hace evidente la escasa cantidad de registros meteorológicos de largo plazo en el hemisferio sur (H-S), los cuales además tienen una muy escasa representación geográfica. En el hemisferio norte (H-N), ante la situación de que muchos registros meteorológicos no se extienden más allá de los últimos 100-150 años, surgió el apoyo en una rama de la climatología que se denomina, paleoclimatología. Como su nombre lo indica, trata de reconstruir el clima del pasado, para contextualizar los cambios actuales en una ventana temporal superior a los últimos 150 años.

La paleoclimatología es especialmente útil cuando se requieren largas series de datos para correr modelos del comportamiento del clima. Sin embargo, cuando comparamos nuevamente el número de estudios paleoclimáticos entre el H-N y el H-S, nos encontramos ante una abismante diferencia.

Aquí vale la pena hacer varias reflexiones, ¿Qué podemos entender por clima pasado?, ¿Es el clima del año pasado?, ¿El de hace 100 años?, ¿El de los últimos 1000 años? o ¿el clima del Holoceno (~11.000 años)?, ¿Qué escala temporal es más relevante para el estudio del cambio climático? La escala obviamente va a estar en relación con la pregunta de investigación, no obstante, una preocupación central de la sociedad actual, es conocer cuál va a ser el escenario más probable de cambio del clima en las próximas décadas. Se ha observado, que los cambios de la actualidad (digamos los últimos 150 años), se encuentran más cercanos en magnitud, a la variabilidad climática del último milenio.

Por lo mismo es que algunos estudios paleoclimáticos se han enfocado en entender el comportamiento del clima en el último milenio, tanto en el H-N como en el H-S. Sin embargo, tal como se indicó previamente, en este último lugar no son muchas las reconstrucciones que se han desarrollado hasta el momento.

Uno de los últimos estudios de reconstrucciones climáticas llegó a consenso que un período frío entre 1594 y 1677 AD, fue coherente entre ambos hemisferios y se denominó La Pequeña Edad del Hielo, pero no se encontraron en el H-S evidencias de una fase cálida en la era preindustrial (1000-1850), la que ha sido bien caracterizada en el hemisferio norte y reconocida como Anomalía Climática Medieval.

El mismo estudio, señala también que el 99,7% de la reconstrucción del H-S indica que la última parte del siglo XX, contiene la década más cálida de todo el último milenio.

De esta manera, el presente capítulo pretende reunir antecedentes sobre la variabilidad del clima reciente en la región y cuenca del río Biobío, analizando información sobre la variabilidad climática pasada, señalando aspectos meteorológicos actuales en algunas de las cuencas que han sido parametrizadas y analizando la estrategia nacional de cambio climático, respecto de qué aspectos serían clave de abordar en la región.

## Estudios sobre cambio climático en la región del Biobío

### Evidencia de cambios pasados

La información paleoclimática en la Región del Biobío es similar a la del resto de Sudamérica, manteniendo un escaso número de estudios que permiten plantear muy vagamente una idea sobre las condiciones climáticas de los últimos mil años en dicha región.

A escala espacial, sólo la zona andina presenta algunas investigaciones, que incluyen estudios de anillos de árboles y sedimentos lacustres del Lago Laja (Lara *et al.* 2001, Torres *et al.* 2008, Urrutia *et al.* 2010). Debido a que estos únicos registros no pueden ser extrapolados a la región completa, dada la alta variabilidad climática en la región (*e.g.* zona costera y zona andina), otros registros cercanos son presentados en este capítulo para complementar los resultados de Laja, de manera de tener mayores antecedentes climáticos para la Región del Biobío.

La Laguna Laja ha sido el cuerpo de agua más estudiado en la Región del Biobío bajo un enfoque paleoclimático. Para realizar este tipo de estudio, los investigadores obtuvieron desde la parte más profunda del lago un testigo de sedimento que abarcaba los últimos 2.800 años.

Desde este testigo de sedimento, se obtuvieron indicadores biológicos que quedaron depositados en el fondo del lago a través de los años. Usualmente, diatomeas (microalgas), granos de polen y cabezas de mosquitos (quironómidos), que son los elementos más utilizados para estos estudios debido a que se preservan en buenas condiciones una vez que caen al fondo del lago, (Figura 2).

Dos estudios, fueron realizados en este lago (Torres *et al.* 2008 y Urrutia *et al.* 2010), los cuales tuvieron por objetivo reconstruir el ambiente y las condiciones climáticas predominantes en la zona cordillerana de la Región del Biobío durante los últimos mil años, con énfasis en la Anomalía Climática Medieval (ACM) y la Pequeña Edad del Hielo (PEH). Ambos períodos corresponden a fluctuaciones climáticas que han sido bien descritas para Europa, pero con escasos registros en el Cono Sur de Sudamérica.

Los resultados del polen evidenciaron que la vegetación en los alrededores del lago estaba constituida de bosques de grandes árboles nativos (*Nothofagus* tipo-*dombeyi*, *Nothofagus* tipo-*oblicua*), algunos arbustos (*Ephedra chilensis*) y hierbas (Poaceas). Sin embargo, la vegetación sufrió cambios durante los últimos mil años, que fueron interpretados como períodos secos y húmedos.

Por ejemplo, un aumento de arbustos durante 800 y 600 años AC (Antes de Cristo), evidencia que las condiciones climáticas fueron más secas, mientras que períodos húmedos (660 -1561 AD [años calendario]) favorecieron el desarrollo de los bosques y por lo tanto más polen de árbol fue encontrado en los sedimentos.

Basándose en la dinámica de estas especies, es que se caracterizaron los períodos ACM y PEH; reconociéndose el primero por presentar condiciones más húmedas que en el presente (enfaticando que se requieren estudios con mayor resolución para reforzar esta inferencia), mientras que el segundo período fue caracterizado como predominantemente seco entre 1561 y 1894. Debido a que este indicador se ve afectado por la actividad humana (deforestación, agricultura), no fue posible reconstruir más allá de 1920.

Posteriormente, este estudio fue complementado usando nuevos indicadores biológicos (diatomeas y quironómidos) y sedimentológicos (materia orgánica, carbonatos, sílice biogénica y fósforo) en el mismo lago (Urrutia *et al.* 2010). En este estudio, si bien no se encontró evidencia respecto al período de ACM, se logró reconstruir el ambiente y reconocer las condiciones climáticas que predominaron durante uno de los períodos reconocido como el más frío de los últimos mil años en Europa: PEH (LIA por sus siglas en inglés).

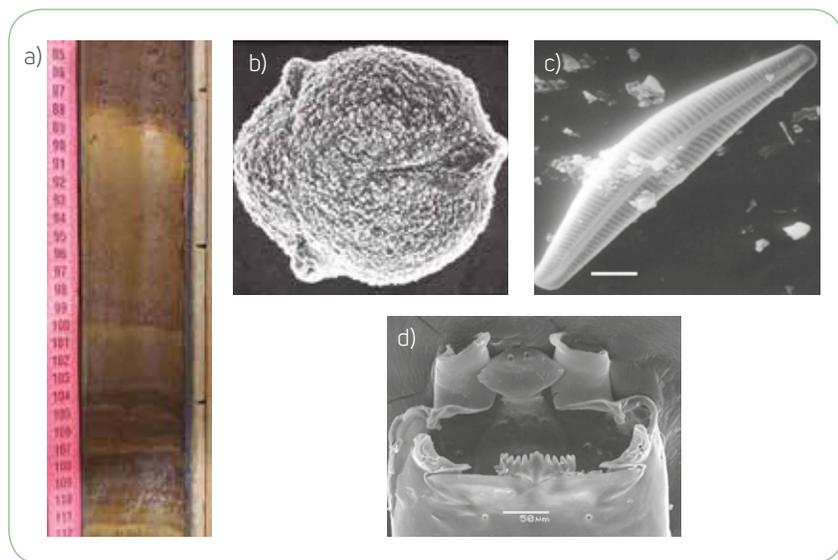


Figura 2.

Indicadores biológicos obtenidos a partir de un testigo de sedimento.  
a) testigo de sedimento, b) polen, c) diatomeas, d) quironómidos

En la Laguna Laja y sus alrededores este evento fue reconocido entre 1550 – 1900 AD (años calendario), donde las condiciones climáticas, contrario a lo encontrado en otros lugares, fueron muy secas. Esto, posiblemente a que el agua que precipitó durante este período, por las bajas temperaturas, fue en forma de nieve y no de lluvia, permitiendo que los glaciares aumentaran su volumen. No obstante, ecosistemas como la Laguna Laja, tendieron a disminuir su nivel de agua, reflejándose en un cambio de la comunidad de diatomeas, así como en un aumento de los quironómidos (mosquitos), asociados a zonas litorales (*Podominae* y *Limnophyes*) (Figura 3.). Estas condiciones fueron muy similares a las encontradas usando el polen, de manera que ambos estudios concuerdan en que las condiciones climáticas durante la PEH en la zona andina de la región del Biobío, pudieron ser las más frías y secas del último milenio.

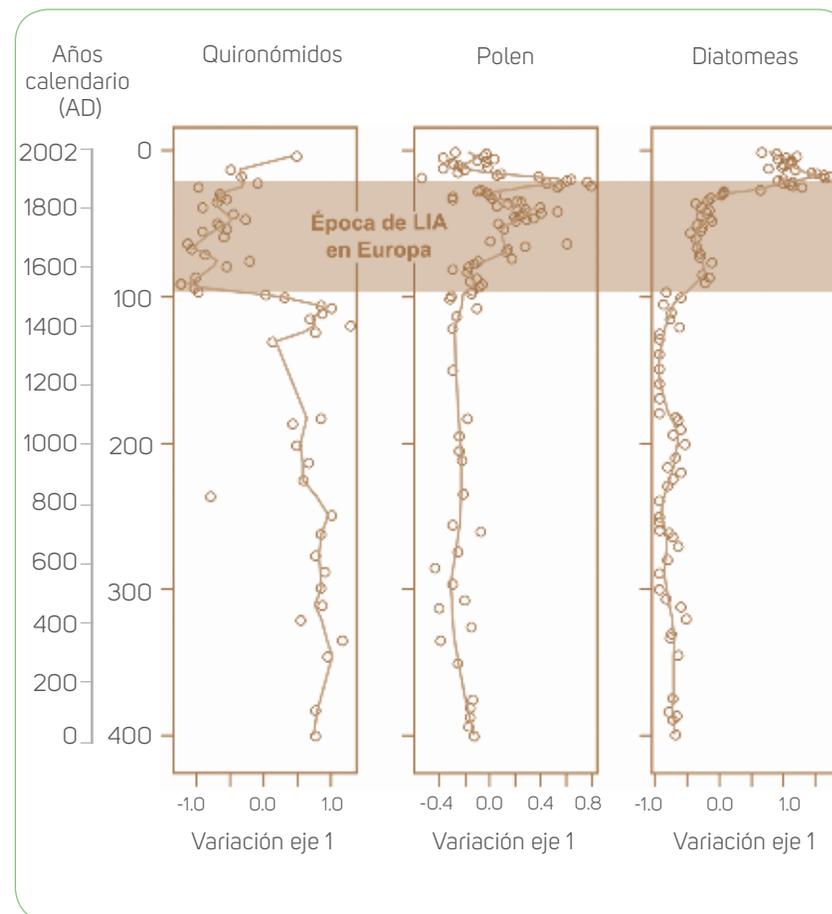


Figura 3.

Variaciones en las asociaciones de quironómidos, Polen y diatomeas, durante los últimos 2000 años, en el sedimento del lago Laja. Fuente: Elaboración propia.

## Comparación con otros estudios de la Región del Biobío y alrededores

Las condiciones climáticas pasadas evidenciadas en el Lago Laja a través de los registros sedimentarios, es uno de los pocos estudios desarrollados en la región y constituye uno de los registros de mayor extensión temporal.

En otro estudio (Lara *et al.* 2001) realizado en el sector de Laja, pero usando anillos de crecimiento en árboles (dendroclimatología), de la especie *Nothofagus pumilio*, fue posible obtener un marco temporal de los últimos 200 años. No obstante, entregan antecedentes relevantes, identificando un período seco entre 1890 y 1914 y uno húmedo entre 1917 y 194, concluyendo que el siglo XX tiene los intervalos de sequía y humedad más extremos desde 1837.

Los registros climáticos basados en testigos de sedimentos lacustres que se encuentran más cercanos a la región, están localizados en el sector Lonquimay: Laguna Escondida y Laguna San Pedro. El estudio realizado en la Laguna Escondida (De Jong *et al.* 2016), se basa en el uso de restos de microalgas (crisofíceas), almacenadas en los sedimentos de fondo, para cuantificar las temperaturas pasadas. Interesantemente, las conclusiones indican que el reciente calentamiento observado en el sur de Chile no es excepcional en zonas de mayor altitud (andinas), dentro de un período de cien años, lo que contrasta con los estudios del hemisferio norte, no coincidiendo tampoco con las tendencias meteorológicas actuales.

Finalmente, los análisis de polen realizados en la Laguna San Pedro (Fletcher y Moreno, 2012) aplican un método similar al usado en la Laguna Laja (Torres *et al.* 2008). No obstante, sus resultados difieren con los encontrados en Laja, evidenciando una ACM de condiciones secas y cálidas, mientras que la PEH se caracterizó por condiciones frías y húmedas. Los autores indican que condiciones tipo El Niño y tipo La Niña, pudieron influir sobre las características climáticas durante la ACM y PEH respectivamente (Figura 4).

Se concluye que, si bien los registros en la Laguna Laja constituyen una información valiosa para los últimos mil años, necesitan ser complementados con otros estudios paleoclimáticos en la región, a diferentes altitudes, para entender cómo se manifestaron los eventos climáticos en el pasado. Esto, debido a que las condiciones climáticas evidenciadas en la zona andina no necesariamente representarían las de las zonas costeras.

Además, el efecto latitudinal también podría ser un factor importante en las condiciones climáticas para la región, dado que la influencia de los eventos Niño y los vientos del Oeste, generan patrones de precipitación distintos, que son importantes evaluar en el pasado para tener una mejor comprensión del presente.

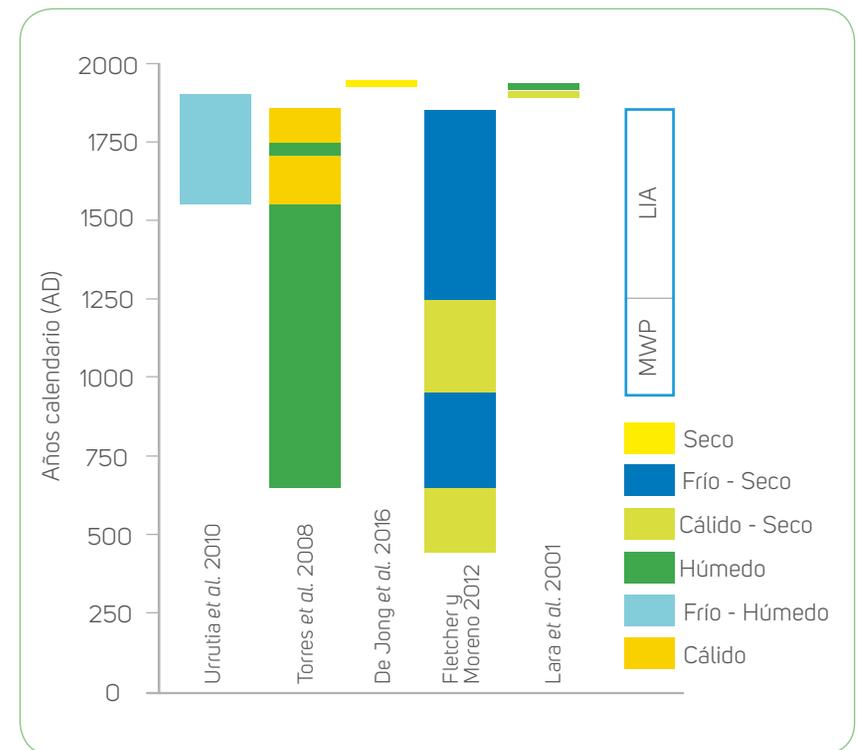


Figura 4.

Síntesis de condiciones climáticas evidenciadas en los últimos 2000 años en la Región del Biobío y alrededores, mediante diferentes registros paleoclimáticos. Fuente: Elaboración propia.



Las personas que habitan la cuenca del río Biobío tienen la percepción que durante los últimos años llueve menos, por ello, ¿qué pasa si esta información se disgrega y se divide por décadas? En ese caso, se puede observar en la Figura 6, que el promedio anual de precipitaciones ha disminuido en promedio 265 mm, considerando las décadas de 1988 – 1997 y 2008 – 2017, siendo la estación Quilaco la más afectada.

En el caso de las temperaturas, estas han aumentado en promedio 0,38°C durante las mismas décadas mencionadas anteriormente, observándose que el mayor aumento se registra en la estación Laguna Malleco.

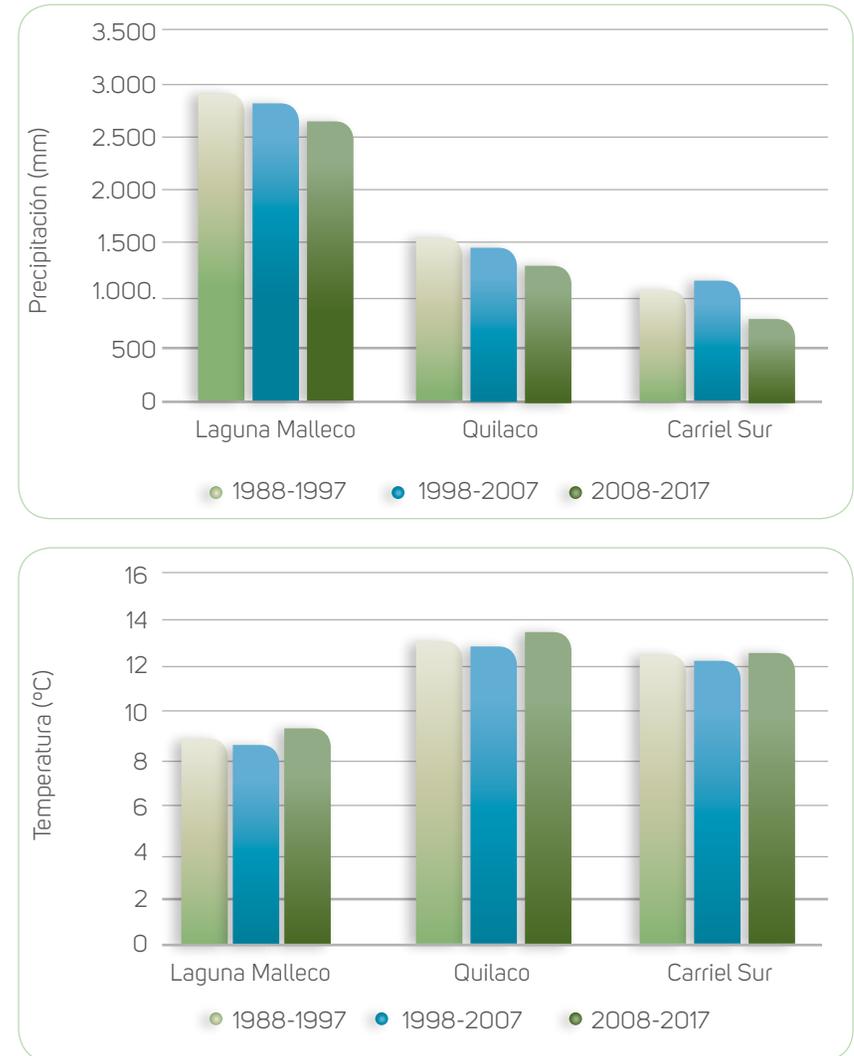


Figura 6.

Precipitaciones y temperaturas medias anuales por década entre los años 1988 y 2017.

Una vez identificado un cambio en las precipitaciones y temperaturas, lo siguiente es evaluar la importancia de este. Para ello, es necesario realizar distintas pruebas estadísticas, los cuales indican si estos cambios se encuentran dentro de una variabilidad esperable, o si se pueden asociar a un cambio en las tendencias en el clima.

En la Figura 7, se presenta un análisis de tendencia para las tres estaciones señaladas más arriba, durante el período comprendido entre 1978 y 2017. En esta figura, se observa que la Laguna Malleco es la única estación que muestra una tendencia significativa a incrementar, con un nivel de significancia de 0,01.

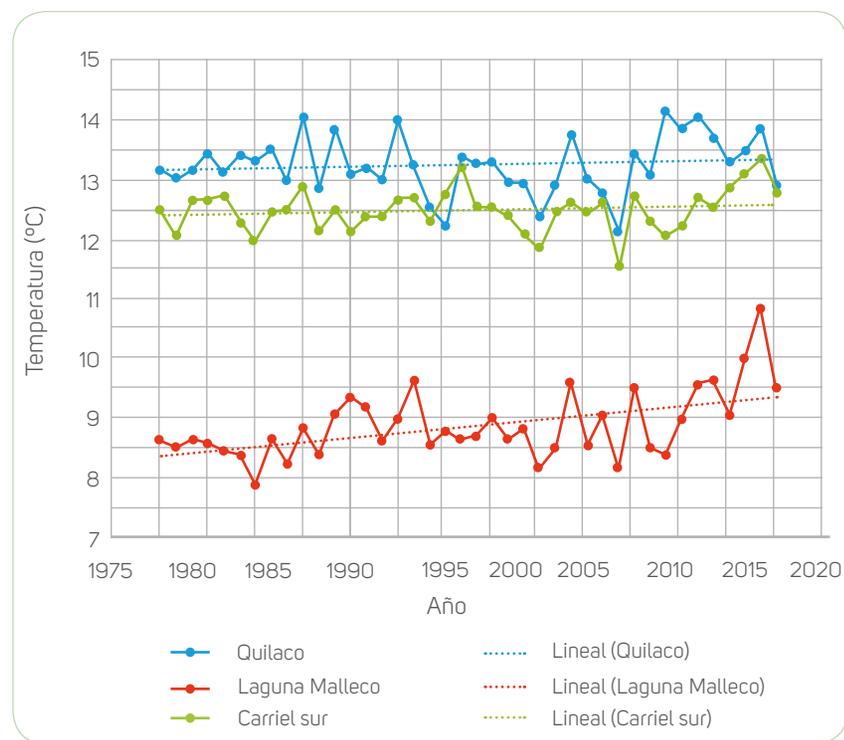


Figura 7.

Tendencia de temperaturas medias anuales periodo 1978 - 2017.

Respecto a la precipitación anual de los últimos 40 años, en seis estaciones de la cuenca del Río Biobío se observa que la mayoría de ellas experimentó una disminución significativa de las precipitaciones. Sólo la estación de Mulchén se mantuvo sin variaciones significativas (Figura 8).

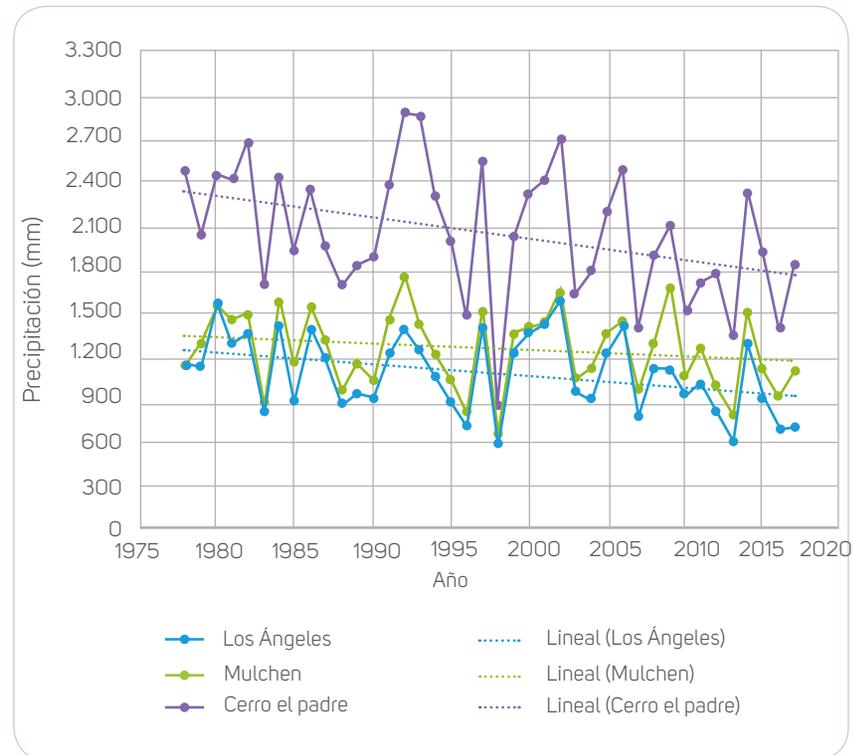


Figura 8.

Precipitaciones medias anuales periodo 1978 - 2017, distintas estaciones cuenca del Río Biobío.

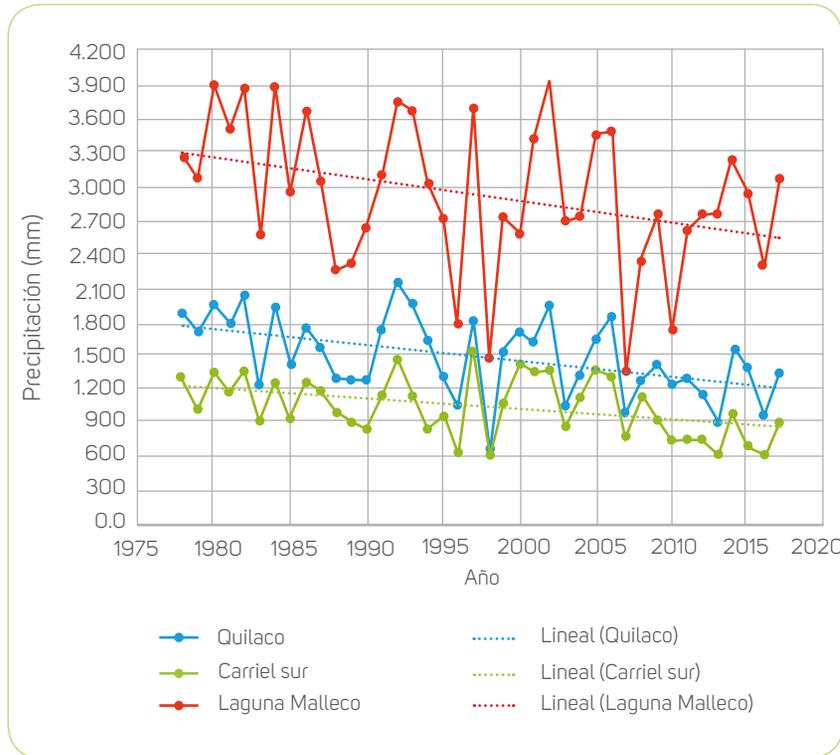


Figura 9.

Estaciones meteorológicas, cuenca del río Malleco.

### Tendencia área cubierta por nieve 2000 – 2016

Al aumentar las temperaturas y disminuir las precipitaciones es esperable se registre un cambio en el área cubierta por nieve, es por ello se debe realizar el mismo análisis que el descrito anteriormente.

En este caso se analizó el cambio del área cubierta con nieve en la cuenca del río Biobío, para lo que se utilizaron imágenes MODIS, específicamente el producto MOD10A2 (Hall *et al.* 2016, Stehr *et al.* 2017).

El análisis mostró que no existe una tendencia significativa al cambio del área cubierta por nieve, para el período en estudio (Figura 10). Para obtener la cantidad de agua almacenada se necesita además de la cobertura nival, conocer el espesor de ésta, registros que no están disponibles en la cuenca, por lo que no es posible analizar si la cantidad de agua almacenada como nieve efectivamente ha variado.

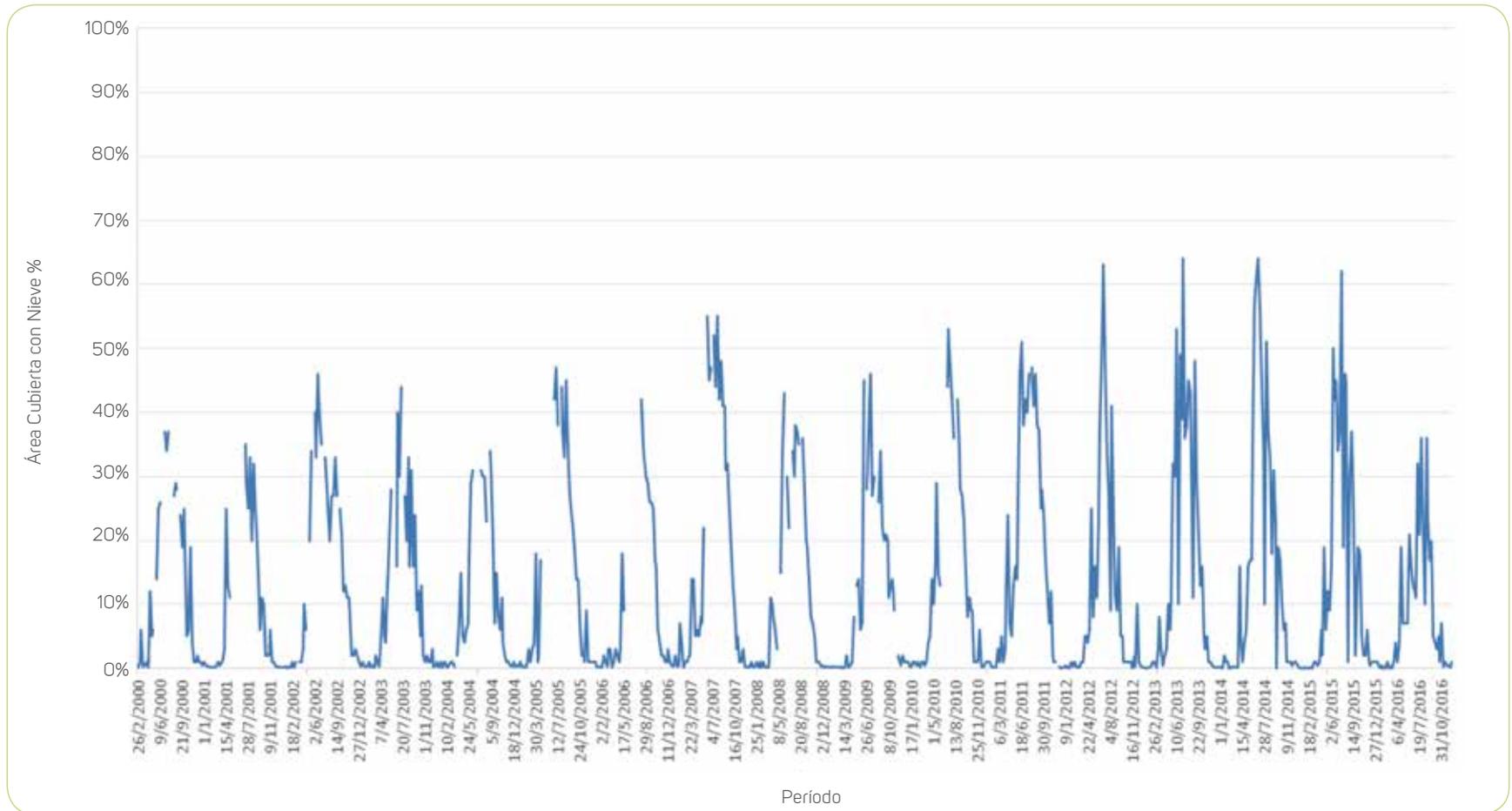
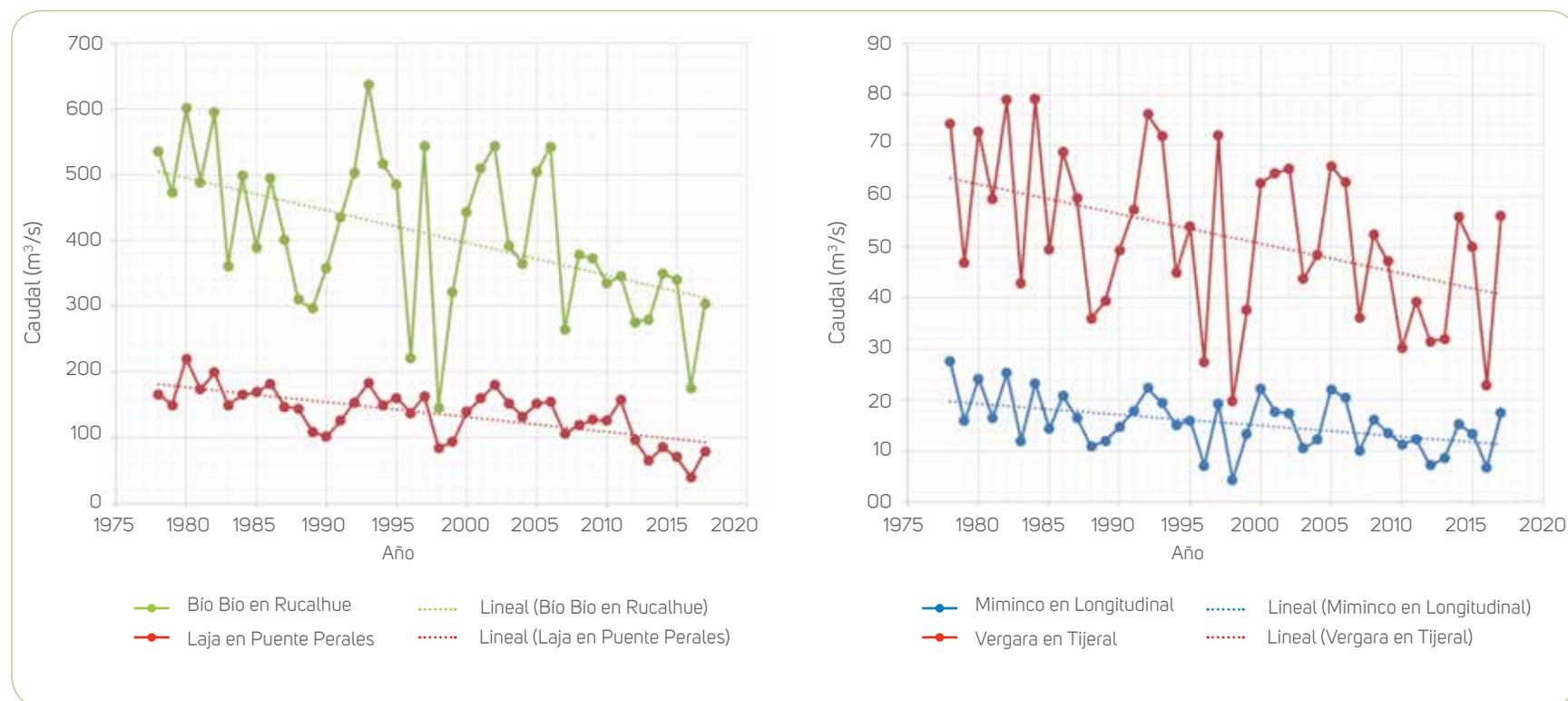


Figura 10.

Tendencia área cubierta por nieve 2000 - 2016.

### Tendencia en caudales 1978 - 2017

En el caso de los caudales, estos han ido disminuyendo significativamente durante los últimos 40 años. La Figura 11 muestra la serie anual de caudales para cuatro estaciones dentro de la cuenca. Es importante destacar que estas variaciones no sólo son producto del cambio climático, sino que también de los cambios de uso de suelo y aumento de actividades antrópicas.



**Figura 11.** Caudales promedio anuales (1978 – 2017), en distintas estaciones cuenca del Río Biobío.

### Sequía en la Cuenca del río Biobío

Al ver el comportamiento del clima en la región durante los últimos años, surgen varias preguntas tales como; ¿Estamos realmente enfrentando una sequía en la cuenca del río Biobío? De ser así, ¿Cuán importante es?

Para responder dichas interrogantes se han creado a nivel mundial variados índices matemáticos, que permiten evaluar la severidad y persistencia en el tiempo de un evento de sequía. Estos índices se construyen a partir de datos medidos de precipitación, temperatura y caudal. Dentro de los más utilizados se encuentra el Índice de Precipitación Estandarizado o Standardized Precipitation Index (SPI por su nombre en inglés) (McKee *et al.* 1993) y el Índice de Caudal Estandarizado o Standardized Streamflow Index (SSI por su nombre en inglés) (Vicente-Serrano *et al.* 2012).

El SPI es usado para estimar si existe una condición húmeda o seca, en función de la variación de la precipitación. Es un índice flexible muy simple de calcular, que sólo requiere la precipitación para su cálculo. Utiliza datos históricos de la precipitación de un lugar, para establecer una probabilidad que se puede calcular para escalas temporales desde uno a 48 meses. Mientras que el SSI corresponde a un índice de sequía hidrológica, que permite comparar espacial y temporalmente los datos fluviométricos de una cuenca, independientemente de su régimen. Su formulación se basa en el ajuste de cada serie mensual a seis distribuciones de probabilidad distintas.

El análisis de ambos índices en distintas localidades de la cuenca del río Biobío, revela que desde el año 2008 a la fecha existe un prolongado período de sequía (Figura 12).





Figura 12.

a) SPI para los registros históricos de 1978-2017 estación Carriel Sur; b) Valor del SSI para la estación de Río Andalién camino a Penco período 1978 - 2016.

## Proyecciones de cambios para la región

Debido a la escasa cantidad de registros meteorológicos de largo término en la región, sólo es posible realizar proyecciones en algunas de las cuencas, que son las que cuentan con mayor información. Una de estas es la cuenca del río Vergara, una de las principales subcuencas de la cuenca del Biobío. Tiene una extensión de 4,260 km<sup>2</sup>, con una población total de casi 200.000 habitantes, siendo una gran proporción de la población rural.

Diez municipios componen la cuenca. De acuerdo al análisis de los datos de la cuenca y la extrapolación de modelos climáticos, se espera para los próximos 40 años (escenario SRES A2-2040), una reducción promedio del 21% del caudal del río, donde la reducción máxima se produciría en la comuna de Angol (26%) y la mínima en Ercilla (17%) (Figura 6.13).

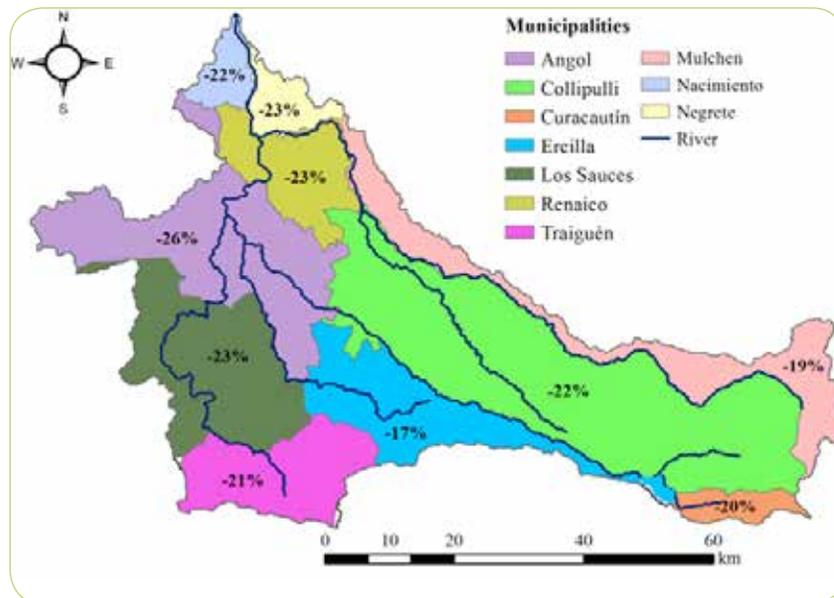


Figura 13.

Cambios esperados (%) en disponibilidad promedio de agua superficial desagregado por comuna, comparación 1981-2010 versus 2011 - 2040, en la cuenca del río Vergara.

## Analizando la estrategia nacional de adaptación al CC en Chile y la región del Biobío

Respecto del Cambio Climático, Chile se ha caracterizado por ser un miembro activo en todas las instancias internacionales sobre el tema.

A escala global, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es la principal institución que busca acuerdos entre los países para frenar el cambio climático.

Esta convención se generó el año 1992, cuando los países miembros de la ONU ratificaron su acuerdo. Con la adopción del Protocolo de Kyoto en 1997, y con el Acuerdo de París en el año 2015, los países que suscribieron estos acuerdos han reafirmado el rol que tiene la convención marco, en la coordinación de la respuesta global frente a la amenaza del cambio climático. Hasta ahora existen 197 países que suscribieron la Convención Marco y 192 que ratificaron el Protocolo de Kyoto.

El Gobierno de Chile cuenta con un Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC) 2017-2022. Este reconoce que el cambio climático es generado por el accionar del hombre, principalmente a través de las crecientes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Además, hace referencia a uno de los mensajes más importantes del quinto informe del IPCC, el cual indica que la influencia humana en el sistema climático es clara y va en aumento, y sus impactos se observan en todos los continentes. Si no se le pone freno, el cambio climático hará que aumente la probabilidad de impactos graves, generalizados e irreversibles en las personas y los ecosistemas. Sin embargo, existen opciones para la adaptación al cambio climático y con actividades de mitigación rigurosas, se puede conseguir que los impactos del cambio climático permanezcan en un nivel controlable, creando un futuro más claro y sostenible.

El PANCC reconoce las estimaciones internacionales que indican que, para no generar un calentamiento en superficie del planeta superior a 2°C, se requieren drásticas reducciones de las emisiones de estos gases a la atmósfera. En este sentido en la reunión COP 21 desarrollada en París el año 2015, se realizaron acuerdos vinculantes entre los países miembros de la CMNUCC, para mantener el cambio climático bajo la

fluctuación mencionada de 2°C. En el plan se indica que Chile presentó su contribución nacional tentativa en septiembre del 2015 y en febrero del 2017, el congreso de Chile ratificó el Acuerdo de París.

Pese a que Chile no es un emisor relevante de GEI en el contexto internacional (contribuye con menos del 0,3 % de las emisiones), la posición que ha tomado en términos de mitigación ha sido activa y anticipada, reconociendo los co-beneficios asociados a las políticas tendientes a la reducción de las emisiones de GEI y al incremento de las absorciones de CO<sub>2</sub>. El país cuenta actualmente con el compromiso voluntario de reducción de GEI al 2020 y además la contribución nacional determinada (NDC) de Chile al Acuerdo de París para el período pos-2020.

En específico, el compromiso de Chile en este acuerdo consiste en reducir en un 30% la intensidad de emisiones de GEI hacia el año 2030, respecto de los niveles del año 2007. Además, nuestro país acordó realizar un manejo sustentable de 100.000 ha de bosque nativo y forestar otras 100.000 ha principalmente con especies nativas, propuestas que fueron condicionadas a la aprobación de una nueva ley forestal. Se indica también en nuestro PANCC, que Chile compromete como medidas de adaptación al cambio climático, analizar cuáles son y qué grado de detalle se tiene en ello y también en la generación de capacidades ante el cambio climático.

En el marco del PANCC, se planteó como meta el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC), que funciona como instrumento articulador para definir políticas públicas de adaptación frente a los efectos del cambio climático. Específicamente, el PNACC tiene por finalidad fortalecer la capacidad de Chile para adaptarse al cambio climático, profundizando los conocimientos de sus impactos y de la vulnerabilidad del país, y generando además acciones planificadas que permitan minimizar los efectos negativos, junto a aprovechar los efectos positivos para su desarrollo económico y social, asegurando su sustentabilidad, y a la vez velando por conservar su patrimonio natural y cultural.

El desarrollo de este objetivo general, se espera implementar a través de los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar periódicamente la vulnerabilidad de sistemas humanos y naturales frente a los impactos del cambio climático, estableciendo los riesgos y oportunidades que presenta este fenómeno.

- Adaptarse al cambio climático, mediante la implementación de medidas dirigidas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad adaptativa de los sistemas humanos y naturales del país.
- Monitorear y reportar periódicamente el avance de la adaptación en el país, para establecer mejoras en la planificación mediante políticas de adaptación.

El objetivo específico de adaptación al cambio climático contiene medidas concretas para nueve sectores prioritarios del país, mediante la elaboración e implementación de planes de adaptación para cada sector, que tienen por objetivo reducir la vulnerabilidad y aumentar la capacidad de adaptación del sector involucrado. Los sectores prioritarios definidos en el plan consideran: silvoagropecuario, biodiversidad, pesca, salud, infraestructura pública, energía, recursos hídricos, turismo y ciudades.

A escala regional, el PANCC, establece la conformación de Comités Regionales de Cambio Climático (CORREC) para promover y facilitar la elaboración e implementación, a nivel regional y local, de las políticas, planes y acciones en materia de cambio climático, según las necesidades y posibilidades regionales y locales. La conformación de estos grupos aún es incipiente, y en la región del Biobío el CORREC fue constituido recientemente (2018) para definir lineamientos y áreas prioritarias en la zona.

Hasta el momento, el único instrumento que incorpora acciones relacionadas al cambio climático es la Estrategia Regional de la región del Biobío (2015-2030), la cual está enfocada en guiar la gestión y priorización de inversiones del Gobierno Regional, y proveer de un insumo para la toma de decisiones de los agentes privados y públicos del Biobío. Entre las acciones frente al cambio climático contempladas en este documento se incluyen:

- Promover un sistema regional de adaptación productiva a los efectos del cambio climático.
- Promover la gestión integrada de cuencas hidrográficas, determinando la infraestructura requerida para optimizar el uso eficiente del agua y la adaptación al proceso de cambio climático.

- Incorporar en los instrumentos de planificación, orientaciones transversales para disminuir la emisión de gases efecto invernadero y mitigar los efectos del cambio climático.

Cabe destacar que sólo recientemente, en marzo de 2019, la Asociación Regional de Municipalidades firmo un acuerdo con representantes de las Universidades (incluyendo el Centro EULA), empresas y otras organizaciones sociales, para desarrollar el primer observatorio de cambio climático de la región. Si bien es necesario definir cuáles van a ser las propuestas o tareas de este observatorio, es un paso relevante para acercar esta problemática a la población regional.

## Conclusiones

- La evidencia científica mundial, establece claramente que existe un cambio climático relevante en las últimas décadas, respecto de los períodos de comparación utilizados.
- Este cambio estaría explicado por una componente natural de base, que siempre ha actuado y lo seguirá haciendo, más un componente antrópico, principalmente reflejado en las emisiones de CO<sub>2</sub> que ha provocado un claro aumento de la temperatura del planeta, después de la Segunda Guerra Mundial.
- En Chile aún falta mucho por investigar en torno al cambio climático. El registro meteorológico temporal (cantidad de años) existente en muchas de las cuencas del país aún es insuficiente, sobre todo en las partes altas donde se acumula nieve. Lo anterior dificulta entender el funcionamiento de nuestros ecosistemas, frente a las variaciones climáticas. No obstante, antecedentes de la región indican que existe una clara disminución de las precipitaciones en los últimos 30 años, siendo esta alrededor de 30% en los sectores costeros y valle central, y cercana al 20% en los sectores andinos; con un claro aumento durante los últimos 30 años en la temperatura promedio de 0,2°C en las estaciones de la costa y el valle central, mientras que en la cordillera el aumento es de 0,6°C para el mismo período.
- Respecto de la investigación paleoclimática en la región, si bien también son escasos los antecedentes respecto de otras zonas del país, si es posible evidenciar algunas

variaciones climáticas naturales dentro del último milenio, como lo fue la existencia la “Pequeña Edad de Hielo”, período que se habría manifestado con condiciones frías-secas, en los sectores andinos.

- Finalmente, los antecedentes presentados en este capítulo invitan a reflexionar sobre cuáles son las tareas pendientes respecto al cambio climático; conocer por ejemplo, ¿cuáles son las proyecciones de cambio climático para la región?, ¿qué sectores productivos serán los más afectados?, ¿qué áreas geográficas son las más vulnerables a los efectos de estos cambios?, ¿qué parte/sectores de la población van a ser más sensibles a estos cambios?, ¿qué medidas concretas deben ser implementadas en la región para enfrentar estas problemáticas?



EULA - CHILE

## Referencias Bibliográficas

- De Jong R, Schneider T, Hernández-Almeida I & Grosjean M. 2016. Recent temperature trends in the South Central Andes reconstructed from sedimentary chrysophyte stomatocysts in Laguna Escondida (1742 m a.s.l., 38°28 S, Chile). *Global and Planetary Change* 137: 24–34.
- Denton GH, Anderson RF, Toggweiler JR, Edwards RL, Schaefer JM & Putnam AE. 2010. The Last Glacial Termination. *Science* 328 (5986): 1652-1656.
- Fletcher M & Moreno P. 2012. Vegetation, climate and fire regime changes in the Andean region of southern Chile (38°S) covaried with centennial-scale climate anomalies in the tropical Pacific over the last 1500 years. *Quaternary Science Reviews* 46: 46–56.
- Hall DK, Riggs GA & Salomonson V. 2016. Updated weekly MODIS/Terra Snow Cover 8-day L3 Global 500m Grid 15 V005, , 24 February 2000–31Boulder, Colorado USA, National Snow and Ice Data Center, Digital media.
- IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change. 2013.
- Lara A JC, Aravena R, Villalba A, Wolodarsky-Franke B, Luckman R & Wilson. 2001. Dendroclimatology of high-elevation *Nothofagus pumilio* forests at their northern distribution limit in the central Andes of Chile. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 925–936.
- McKee TB, Doesken NJ & Kleist J. 1993. The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Anaheim CA, 179-186 pp.
- Morice CP, JJ Kennedy, NA Rayner & PD Jones. 2012. Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: The HadCrUt4 dataset, *J. Geophys. Res.*, 117, D08101, doi:10.1029/2011JD017187.
- Stehr A & Aguayo M. 2017. Snow cover dynamics in Andean watersheds of Chile (32.0 – 39.5 °S) during the years 2000–2016. *Hydrology and Earth System Sciences* 21: 5111-5126.
- Torres L, Parra O, Araneda A, Urrutia R, Cruces F & Chirinos L. 2008. Vegetational and climatic history during the late Holocene in Lake Laja basin (central Chile) inferred from sedimentary pollen record. *Review of Palaeobotany and Palynology* 149: 18–28.
- Urrutia R, Araneda A, Torres L, Cruces F, Vivero C, Torrejón F, Barra R, Fagel N & Scharf B. 2010. Late Holocene environmental changes inferred from diatom, chironomid, and pollen assemblages in an Andean lake in Central Chile, Lake Laja (36°S). *Hydrobiologia* 648: 207–225.
- Vicente-Serrano S, Beguería S, López-Moreno J, Lorenzo-Lacruz J, Azorin-Molina C & Morán-Tejeda. E. 2012. Accurate Computation of a Streamflow Drought Index. *Journal of Hydrologic Engineering*: 318-332.





CENTRO UNIVERSITARIO INTERNACIONAL  
EUROPA - AMÉRICA LATINA  
DE  
INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES

# CAPITULO 11

## EL CENTRO EULA, UNA MIRADA AL FUTURO

Ricardo Barra  
Alejandra Stehr

Desde hace treinta años el Centro de Ciencias Ambientales de la Universidad de Concepción ha actuado como un radar al futuro de la temática ambiental de la región pero también del país. El haber sido pioneros en el establecimiento de las Ciencias Ambientales en el país, sin duda ha significado una enorme responsabilidad en contribuir a la discusión pública en temáticas tan relevantes como el agua, cambio climático, biodiversidad, contaminación ambiental, planificación del territorio, ingeniería ambiental etc. Sin duda todo esto ha sido posible gracias al esfuerzo de todo su personal que ha desplegado su capacidad de investigación y formación de nuevos talentos para abordar los complejos temas ambientales que enfrentamos hoy como sociedad global.

La temática ambiental, hace treinta años era una temática del futuro, en Chile aún no se contaba ni siquiera con la Ley General de Bases del Medio Ambiente, desde los inicios del nuevo concepto de sustentabilidad, emergido solo dos años antes que el Centro se instalara en el campus Universitario, como una nueva unidad académica de la Universidad de Concepción, en tiempos en que hablar de cambio climático estaba recién comenzando a nivel mundial.

El Centro EULA entonces se convirtió en una fuente de investigación pero también de opinión en la naciente preocupación ambiental que comenzaba a emerger en el Chile de los años 90. La institucionalidad ambiental chilena que emerge a inicios de los años 90 fue también un intenso objeto de análisis y se comenzó a instalar la necesidad de apoyar el naciente sistema de evaluación ambiental que emergía con la nueva ley. La contribución de EULA al plan de recuperación Ambiental de Talcahuano (PRAT), severamente afectado por la contaminación industrial y la ausencia de instrumentos de planificación territorial en la época, también fue una demostración de la voluntad de apoyar procesos de recuperación ambiental, demostrando que el aporte de la investigación universitario, puede también tener un impacto relevante en el desarrollo local.

La conjugación de la actividad de investigación y la prestación de servicios tanto al sector público como privado, emerge entonces como un elemento que permitió la sustentabilidad del sistema. Pero además, este permanente contacto con el medio, lo que hoy se denomina la vinculación con el medio, permite mantener una estrecha vinculación con los problemas reales y la búsqueda activa de alternativas de solución. Quizá uno de los sellos distintivos del Centro ha sido justamente ese, estar permanentemente vinculado a los problemas reales que ha permitido que sus investigadores puedan estar trabajando en temáticas directamente vinculadas a las necesidades de la sociedad, participando

activamente en los procesos de dictación de leyes y normas ambientales. Pero también por otra parte la dinámica de la investigación que permite estar también en la frontera del conocimiento, y que permite identificar temáticas ambientales de interés emergente en la sociedad y que requieren de una respuesta.

A nuestro juicio, la única forma que tenemos de contribuir a los desafíos que presentan las complejas temáticas ambientales del presente es ser efectivamente un radar del futuro, ir explorando estratégicamente cuales son las temáticas que van a copar la agenda ambiental en los próximos años, para ello es justamente el contacto con la sociedad tanto el sector público, como privado y la comunidad, quienes nos otorgan esa oportunidad de estar al tanto por una parte de las necesidades de conocimiento ambiental, pero también de proveer respuestas oportunas y adecuadas a esas demandas.

Si bien durante los últimos 10 años el centro ha estado sometido a tensiones derivadas de su esquema de autofinanciamiento, en particular debido a la creación de la Facultad de Ciencias Ambientales, y ha generado para ello una serie de servicios como la constitución en ETFA (Ente Técnico Fiscalizador Ambiental) ante la nueva Superintendencia del Medio Ambiente, y esa debe ser un área en la que debemos seguir contribuyendo, no es sino el peso de la investigación que realizan sus investigadores lo que le da al Centro un soporte para la entrega de sus estudios y opiniones. Contribuciones destacables en el área de la planificación del territorio, biodiversidad, energía y contaminación han salido desde el EULA durante los últimos años. La preocupación constante por las temáticas transversales deben ser un sello que debe también caracterizar la Centro en el Futuro, pues su diseño interdisciplinario es siempre un valor agregado a la hora de responder demandas que vienen del medio.

No se puede entender el futuro del Centro sin su estrecho vínculo con la Facultad, pues son los investigadores de la Facultad quienes proveen el sustento científico de lo que se desarrolla en EULA.

## Las características debe tener el futuro del EULA mirado desde sus protagonistas:

Más interdisciplinariedad, se requiere seguir profundizando los niveles de interdisciplinariedad en el quehacer del EULA y la Facultad, ese es un rasgo distintivo desde el origen que nos otorga una ventaja comparativa que hay que aprovechar, el basarnos en temáticas transversales y complejas cuyas soluciones requieren del concurso de varias disciplinas es una tarea permanente del Centro y seguramente lo será en el próximo futuro.

Más integrados, sin duda y desde su concepción en el origen el Centro fue concebido como una oportunidad para atraer colegas de otras facultades y Universidades del país, y esta es una oportunidad de retomar esa senda, ya que en la actualidad se está privilegiando el desarrollo de redes intra e interuniversidades que permitan incrementar el impacto de la actividad de los Centros de Investigación.

Más Productivos, la producción científica del Centro y la Facultad es uno de los principales activos que tenemos, y se debe fortalecer con la colaboración nacional e internacional, que es también otra de las ventajas que debemos aprovechar, la rica red de contactos nacionales e internacionales que pueden ser establecidos, esto puede también implicar que se desarrolle una nueva métrica de medición del impacto de la actividad científica que incluya valorar también, actividades innovadoras y de emprendimiento.

Más impacto en la sociedad, que refleje de mejor medida como la actividad tanto de investigación como de prestación de servicios, efectivamente mejora las oportunidades de desarrollo de los territorios donde intervenimos con nuestras actividades, esto implica una apertura a trabajar con todos; grandes y chicos.

Estamos optimistas que la temática ambiental está hoy ocupando un lugar privilegiado en la agenda pública en Chile y a nivel global, creemos que lo seguirá siendo en el futuro, por lo que auguramos que el Centro EULA y la Facultad seguirán inspirados cumpliendo el lema de ser un aporte universitario al desarrollo sustentable.



## **CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES, EULA-CHILE**

El Centro de Ciencias Ambientales, EULA-CHILE, creado por la Universidad de Concepción con el aporte de la cooperación italiana, a partir del año 1990, Proyecto EULA-Chile, "Gestión integrada de la cuenca del río Biobío y su área costera marina adyacente", (1990-1993), es una unidad académica interdisciplinaria enfocada a la investigación, formación, extensión y asistencia técnica en ciencias ambientales.

Los objetivos generales del Centro EULA-Chile son:

- Desarrollar y coordinar investigaciones en ciencias ambientales, particularmente en gestión ambiental de recursos naturales y en planificación territorial, considerando la gestión integrada de cuencas hidrográficas y la gestión integrada de la zona costera como áreas de mayor atención.
- Promover y organizar la transferencia de conocimientos y la prestación de servicios por medio de la capacitación profesional, la divulgación de resultados de investigación científica, la educación ambiental y el fomento de relaciones estables con organismos gubernamentales nacionales, regionales, del sector productivo, público y privado.
- Fomentar el desarrollo de la colaboración científica interdisciplinaria con otras universidades chilenas y extranjeras en el marco de la cooperación interuniversitaria.

### **Estructura Institucional y Organización**

La estructura y organización de la Unidad Académica, está definida de acuerdo a lo establecido en los Estatutos del Centro y por el cual se rige e instituye su orgánica institucional. Así, el Rector de la Universidad de Concepción, es quién designa al Director del Centro, quién nombra a su vez a los subdirectores, coordinadores de Áreas y jefes de programas de formación. El Director una o dos veces al año solicita reuniones al Consejo Consultivo integrado por decanos y directores de áreas de la Universidad, el cual es presidido por el Vicerrector Académico de la Universidad; en esta instancia se presentan, discuten y se solicitan opiniones sobre los planes, programas y actividades a ejecutar por el Centro.

Las actividades propias del Centro se coordinan y desarrollan a través de Unidades de Investigación, las que cobijan interdisciplinariamente a investigadores de diferentes profesiones y especialidades.

En la actualidad las unidades en operación son:

- Sistemas Acuáticos
- Planificación Territorial y Sistemas Urbanos
- Ingeniería Ambiental
- Unidad de Muestreo

Mediante el trabajo de las Unidades de Investigación se ha generado un vasto conocimiento ambiental de la problemática regional y nacional, que ha favorecido notablemente el desarrollo de numerosas investigaciones y actividades de transferencia tecnológica, tanto básicas como aplicadas.

## Unidad de Sistemas Acuáticos

### Descripción

La Unidad desarrolla investigación en ecosistemas acuáticos continentales y estuarinos, orientada al estudio de los efectos de las actividades humanas sobre los componentes bióticos y abióticos y sus interacciones.

Estas investigaciones permiten conocer respuestas desde el ámbito molecular hasta el ecosistémico, teniendo como referentes espaciales la cuenca hidrográfica y la zona costera de influencias de sistemas fluviales.

Líneas de investigación son:

- Calidad de agua en sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Contaminación de sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Sedimentología y paleolimnología ambiental.
- Biodiversidad y bioindicadores de contaminación acuática.
- Biomarcadores como indicadores de contaminación ambiental.
- Modelación ambiental para la predicción del destino de contaminantes.
- Capacidad de carga y resiliencia del ambiente acuático.

- Hidrodinámica y modelos de dispersión de contaminantes en sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Ecología de sistemas estuarinos, lacustres y fluviales para la gestión integrada de cuencas hidrográficas.
- Línea de base ambiental para el manejo integrado de zonas costeras.
- Conservación de la biodiversidad acuática.
- Estructura y funcionamiento de ecosistemas acuáticos.
- Cambio climático y sus efectos sobre los recursos hídricos.
- Cambio global y sus efectos en ciclos biogeoquímicos marinos.
- Acidificación del océano e implicancias socio-económicas.

## Laboratorio de Fitoplancton y Fitobentos

En este laboratorio se realiza investigación sobre taxonomía y ecología de microalgas de ecosistemas acuáticos continentales.

Se realizan análisis de:

- Muestreo en la columna de agua y en el bentos.
- Identificación y cuantificación de fitoplancton (número de células y/o biovolumen).
- Identificación y cuantificación de perifiton (número de células y/o biovolumen).
- Identificación morfológica y molecular de microalgas.
- Análisis de clorofila -a.
- Identificación y cuantificación de algas nocivas: cianobacterias, diatomeas y dinoflagelados.
- Identificación y cuantificación de *Didymosphenia geminata*.
- Análisis de microcistinas MC (MC-LR, MC-LA, MC-YR, MC-RR).



### Laboratorio de Biodiversidad y Conservación de Recursos Acuáticos

Laboratorio que analiza diversos indicadores ambientales para la evaluación de los impactos generados por el hombre sobre la flora y fauna acuática, de ambientes dulceacuícolas, estuarinos y marinos, con el objeto de proponer medidas de conservación. Se focaliza principalmente en impactos asociados a la generación hidroeléctrica, derrames de petróleo, contaminación difusa y residuos líquidos de diverso tipo.

### Laboratorio de Sedimentología y Paleolimnología

Este laboratorio realiza análisis de distribución de tamaños de partículas (granulometría) y contenido de materia orgánica en sedimentos lacustres, fluviales, marinos y suelos. Paralelamente se desarrollan actividades de investigación en el área de paleolimnología, donde, mediante el uso de sedimentos lacustres se busca evidencia de cambios ambientales de origen natural y/o antrópico. Desde el 2018, el laboratorio se encuentra acreditado por la IAS.



## Laboratorio de Biomarcadores y Contaminación Ambiental

En este laboratorio se estudia las respuestas bioquímicas de organismos a estresores químicos en el ambiente acuático.

## Laboratorio de Funcionamiento de Ecosistemas Acuáticos

Este laboratorio realiza investigación y docencia enfocada a estudios relacionados con la dinámica de tramas tróficas en ecosistemas estuarinos y marinos, el ciclo biogeoquímico del carbono y aproximaciones ecosistémicas en ambientes costeros, fiordos y estuarios, con un fuerte énfasis al efecto de las actividades antrópicas sobre los sistemas naturales. Durante los últimos años el laboratorio se ha enfocado a estudiar problemas ambientales globales, como el calentamiento global, la desoxigenación y la acidificación del océano. Para ello cuenta con equipamiento de alto nivel para estudiar el sistema de carbonato en ecosistemas acuáticos (pH, alcalinidad, carbono inorgánico disuelto), el Carbono Orgánico en el agua de mar (TOC), nutrientes, y el estudio de microorganismos y comunidades planctónicas (microscopía de epifluorescencia, invertida).



## Laboratorio de Ecología y Conservación de Peces

El Laboratorio de Ecología y Conservación de Peces de Agua Dulce (LEC-PAD) es una unidad de investigación especializada en el estudio de la ictiofauna de ríos y lagos de Chile. En el laboratorio se realiza investigación científica que genera información sobre el efecto de las distintas actividades antrópicas sobre la fauna de peces, generando medidas de manejo para su protección y conservación. El laboratorio está equipado para llevar a cabo muestreos en la toda la diversidad de hábitats acuáticos continentales y efectuar análisis de los peces a nivel individual, poblacional y comunitario.

## Laboratorio de Química Ambiental

El laboratorio de Química ambiental se encuentra acreditado según convenio INN-SISS bajo normativa NCh ISO 17.025 of. 2005 desde el año de 2003 y cuenta con personal calificado e instrumentación analítica acorde a estándares de calidad requeridos a nivel nacional e internacional. El laboratorio realiza análisis en diversas matrices ambientales que incluyen aguas continentales y marinas, residuos industriales líquidos, sedimentos y organismos vegetales y animales. También, presta servicios de implementación y validación en nuevos métodos analíticos ambientales para requerimientos normativos especiales y ofrece servicios de asesorías, capacitación y auditorías a particulares y empresas nacionales.

El laboratorio presta servicios analíticos para analizar la mayoría de los parámetros considerados en:

- D.S. N° 609 Residuos Industriales Líquidos. Descargas a Sistemas Públicos de Recolección de Aguas Servidas.
- Descargas de RILES a Aguas Superficiales (D.S. N° 90)
- Decreto 46 Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas.
- Norma de Calidad para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales.
- Norma Chilena NCh 1333
- Norma NCh 411 muestreo.

El laboratorio cuenta con cinco secciones y dentro de ellas una Unidad operativa de terreno.

### Laboratorio de Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA)

Sección dedicada al análisis de metales alcalinos, alcalinos térreos, metaloides y metales pesados mediante la determinación de espectrofotometría de absorción atómica y emisión con técnicas de llama, generación de hidruros, ICP Optico y horno de grafito.

### Laboratorio de Espectrofotometría de Absorción Molecular (EAM)

Sección dedicada al análisis de compuestos factibles de ser medidos mediante compuestos que absorban radiación electromagnética en el rango del ultravioleta y visible. También se realizan en esta sección análisis volumétricos y gravimétricos.

### Laboratorio de Cromatografía de Gases (CG)

Sección dedicada al análisis de compuestos organoclorados, organofosforados, hidrocarburos y compuestos misceláneos (pesticidas, herbicidas, fungicidas, etc), mediante la determinación de cromatografía gaseosa con detección FID, ECD, MS y HPLC.

### Laboratorio de Cromatografía iónica

Sección dedicada al análisis de cationes y aniones mediante la determinación de cromatografía iónica con detección de conductividad.

### Unidad de Ingeniería Ambiental

#### Descripción

La misión fundamental de esta unidad es identificar y cuantificar los aspectos e impactos ambientales de proyectos industriales e infraestructura civil, asociados principalmente al uso de recursos naturales y a la generación de desechos, proponiendo acciones de prevención, corrección, mitigación y/o remediación cuando corresponda. Además de impartir docencia de pre y postgrado en diversas áreas de la ingeniería ambiental.

Las líneas de investigación son:

- Manejo, gestión y biorremediación de residuos industriales líquidos y sólidos
- Manejo, gestión y remediación de sitios contaminados
- Calidad del aire y contaminación atmosférica
- Utilización sustentable de energías fósiles y renovables
- Gestión energética
- Hidrología de aguas superficiales
- Gestión de cuencas
- Evaluación de calidad del agua potable en plantas de tratamiento y sistemas de distribución
- Procesos fisicoquímicos para el tratamiento de agua potable y residual
- Estudio de los procesos productivos y su relación con el medioambiente y la salud humana
- Modelos de impactos y estudios de inventarios en evaluación de ciclo de vida
- Innovación para la gestión sustentable de las aguas servidas y su incidencia en el medioambiente y la sociedad.

### Laboratorio de Ingeniería y Biotecnología Ambiental

El Laboratorio de Ingeniería y Biotecnología Ambiental cuenta con la sección de análisis físico-químico. Su principal objetivo, es realizar análisis de parámetros en matrices de agua superficial, efluentes industriales (RIL), organismos y otras matrices misceláneas. También busca desarrollar, investigar e implementar técnicas analíticas aplicadas al trabajo investigativo potenciándolo, con el fin de favorecer la conservación del medio ambiente.

En este laboratorio se hacen estudios de adaptación de tecnologías no convencionales para aguas servidas en zonas rurales, revaloración de biosólidos y su conversión en materia orgánica vía sistemas anaeróbicos, así como estudios de resuo de agua, ajustándose a los nuevos requerimientos de conservación del medio ambiente y adaptación al cambio climático.



### Laboratorio de Biosensores

Laboratorio cuyo objetivo principal es investigar la relación entre tecnologías biológicas sostenibles de abatimiento de la contaminación y la incidencia de las emisiones tratadas en el medioambiente. Determinando la optimización de los procesos a través de la biotransformación de contaminantes y/o acumulación y su evaluación a través de parámetros físico-químicos y bioindicadores específicos.

La sección de biosensores, cuenta con equipamiento adecuado para trabajar con células modificadas genéticamente.

### Laboratorio de Tecnologías Físico-Química para Aguas

La línea inicial de investigación en la que se enfoca este laboratorio son las tecnologías de tratamiento de aguas residuales, centrándose especialmente en los procesos físico-químicos de coagulación, floculación y sedimentación.



### Unidad de Investigación, Planificación Territorial y Sistemas Urbanos

#### Descripción

Esta unidad realiza asesorías e investigación orientadas al estudio y comprensión de los procesos de ocupación del territorio en el marco del desarrollo sustentable, guiada por un enfoque que integra las múltiples y complejas relaciones entre los diferentes componentes del territorio entre ellos los usos del suelo y del agua, la distribución y características de los recursos naturales, el comportamiento demográfico de la población y las redes de infraestructura.

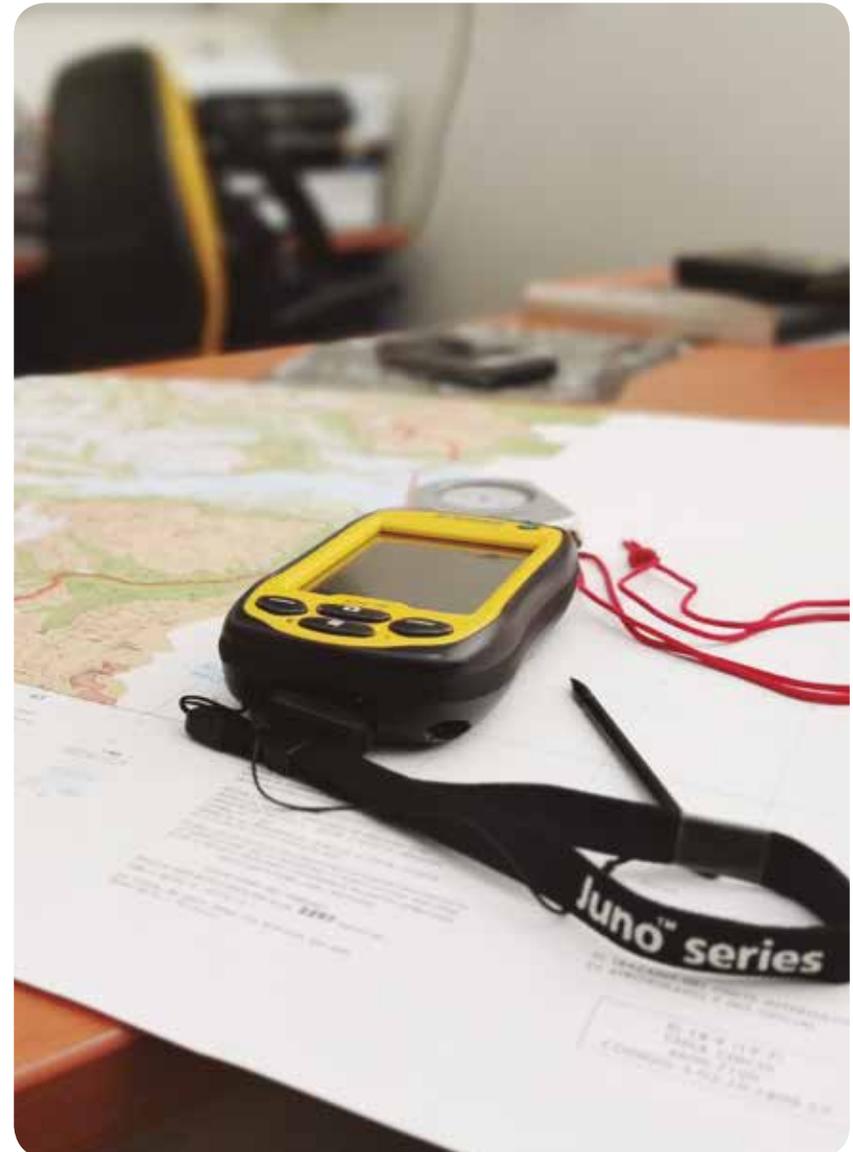
La investigación se aborda en forma sistémica con un equipo multidisciplinario de investigadores con experiencia en Planificación Territorial y Desarrollo Urbano, Desarrollo Rural y Minorías étnicas, Demografía y Población, Recursos Naturales, Valoración Económica de Servicios Ambientales, Gestión de áreas Naturales y Espacios Culturales, Evaluación Ambiental de Proyectos e Inversiones, Riesgos Naturales, Geografía Física, Conflictos Ambientales y Participación Ciudadana.

Las líneas de investigación son:

- Evaluación socio-ambiental del desarrollo urbano y territorial; modelación de patrones de crecimiento urbano del cambio de uso del suelo
- Dinámica y factores forzantes de cambio de uso del suelo a escala de paisajes
- El patrimonio cultural y el paisaje como factores relevantes en la identidad territorial
- Planificación y gestión medioambiental de zonas naturales, áreas protegidas y espacios culturales
- Desarrollo rural y componente étnico; territorio y gestión pública en zonas vulnerables
- Transformaciones sociodemográficas e impactos ambientales
- Impactos sociales, ambientales y territoriales de procesos económicos y proyectos de inversión (EIA)
- Geografía física y ambiental; geomorfología dinámica aplicada en sistemas fluviales
- Evaluación de amenaza y vulnerabilidad en riesgos antrópicos y naturales

### Laboratorio Geomática e Informática Aplicada

El Laboratorio de Geomática e Informática Aplicada, ofrece la aplicación de las técnicas más novedosas y eficientes en materia de Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. A través de él se investiga las implicancias de la distribución de los procesos ecológicos y ambientales, se promueve el uso de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIGs) en la docencia (pre y postgrado) y programas de capacitación, se aplica las herramientas proporcionadas por las TIC en el ámbito de la investigación y asistencia técnica y se desarrolla aplicaciones innovadoras para solucionar problemas y apoyar la toma de decisiones en áreas de ordenamiento territorial, manejo de recursos naturales y protección del ambiente.



## UME: Unidad de Muestreo

Contamos con una unidad especializada en labores de terreno (medición de parámetros in situ, toma de muestras de agua, riles, sedimentos, muestras biológicas, etc.) conformado por químicos analistas, laborantes y ayudantes de terreno, de vasta experiencia. Está dotado con el equipamiento e instrumental necesario para la realización del trabajo de terreno en total cumplimiento con las exigencias de la normativa ambiental vigente. Además, apoya las tareas de investigación y docencia. Esta unidad cuenta con 8 camionetas todo terreno, una de las cuales es refrigerada, botes Zodiac, de aluminio y de fibra con motores fuera de borda. Para actividades de investigación en el ámbito oceanográfico se utiliza un barco de la Universidad de Concepción, que cuenta con equipamiento y tecnología de última generación. Esta unidad se encuentra acreditado ante el INN bajo la Norma Chilena 17025 of 2005, desde febrero de 2011.





# ANEXO 1

## Proyectos Centro de Ciencias Ambientales, EULA-CHILE

El Centro de Ciencias Ambientales, EULA-CHILE, creado por la Universidad de Concepción con el aporte de la cooperación italiana, en el año 1990 (Proyecto EULA-Chile, "Gestión integrada de la cuenca del río Biobío y su área costera marina adyacente", 1990-1993), es una unidad académica interdisciplinaria enfocada a la investigación, formación, extensión y asistencia técnica en ciencias ambientales.

Los objetivos generales del Centro EULA-Chile son:

- Desarrollar y coordinar investigaciones en ciencias ambientales, particularmente en gestión ambiental de recursos naturales y en planificación territorial, considerando la gestión integrada de cuencas hidrográficas y la gestión integrada de la zona costera como áreas de mayor atención.
- Fomentar y ejecutar programas formativos a nivel de pregrado (ingeniería Ambiental) y postgrado (Diplomado, Magister y Doctorado) en Ciencias Ambientales, gestión ambiental de recursos naturales y planificación del territorio (de la Facultad de Ciencias Ambientales)
- Promover y organizar la transferencia de conocimientos y la prestación de servicios por medio de la capacitación profesional, la divulgación de resultados de investigación científica, la educación ambiental y el fomento de relaciones estables con organismos gubernamentales nacionales, regionales, del sector productivo, público y privado.
- Fomentar el desarrollo de la colaboración científica interdisciplinaria con otras universidades chilenas y extranjeras en el marco de la cooperación interuniversitaria.

## Estructura Institucional y Organización

La estructura y organización de la Unidad Académica, está definida de acuerdo a lo establecido en los Estatutos del Centro y por el cual se rige e instituye su orgánica institucional. Así, el Rector de la Universidad de Concepción, es quién designa al Director del Centro, quién nombra a su vez a los Subdirectores, Coordinadores de Áreas y Jefes de Programas de Formación. El Director una o dos veces al año solicita reuniones al

Consejo Consultivo integrado por Decanos y Directores de áreas de la Universidad, el cual es presidido por el Vicerrector Académico de la Universidad; en esta instancia se presentan, discuten y se solicitan opiniones sobre los planes, programas y actividades a ejecutar por el Centro.

Las actividades propias del Centro se coordinan y desarrollan a través de Unidades de Investigación, las que cobijan interdisciplinariamente a investigadores de diferentes profesiones y especialidades.

En la actualidad las unidades en operación son:

- Sistemas Acuáticos
- Planificación Territorial y Sistemas Urbanos
- Ingeniería Ambiental

Mediante el trabajo de las Unidades de Investigación se ha generado un vasto conocimiento ambiental de la problemática regional y nacional, que ha favorecido notablemente el desarrollo de numerosas investigaciones y actividades de transferencia tecnológica, tanto básicas como aplicadas.

## Unidad de Investigación de Sistemas Acuáticos

La Unidad de Investigación de Sistemas Acuáticos realiza investigación relativa a los efectos que las diversas actividades humanas generan sobre los componentes bióticos y abióticos y sus respectivas interacciones en los ecosistemas acuáticos continentales y marinos. Especial interés se brinda a actividades o acciones que afectan sistemas frágiles o singulares, en los que se utiliza un enfoque sistémico, integrando los diversos componentes que definen la estructura y funcionamiento de los sistemas acuáticos, promoviendo una gestión sustentable de los recursos acuáticos. Este aspecto se apoya con técnicas y métodos que permitan reconocer respuestas desde el ámbito molecular hasta el ecosistémico, teniendo como referentes espaciales la cuenca hidrográfica y el borde marino costero.

## Áreas de investigación

- Calidad de agua en sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Contaminación de sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Sedimentología y paleolimnología ambiental.
- Biodiversidad y bioindicadores de contaminación acuática.
- Biomarcadores como indicadores de contaminación ambiental.
- Modelación ambiental para la predicción del destino de contaminantes.
- Capacidad de carga y resiliencia del ambiente acuático.
- Hidrodinámica y modelos de dispersión de contaminantes en sistemas acuáticos continentales y marinos.
- Ecología de sistema lacustres y fluviales para la gestión integrada de cuencas hidrográficas.
- Línea de base ambiental para el manejo integrado de zonas costeras.

## Unidad de Investigación de Planificación Territorial y Ecosistemas Urbanos

La investigación de esta unidad está orientada al estudio y comprensión de los procesos de ocupación territorial en el marco del desarrollo sustentable, con el objetivo de formular metodologías de planificación territorial, incorporando conceptos como ecosistemas urbanos, calidad de vida y participación ciudadana. Este enfoque implica abordar la investigación en forma sistémica e interdisciplinaria con el aporte de Arquitectos, Geógrafos, Sociólogos, Historiadores, Economistas, Biólogos e Ingenieros, en las áreas del desarrollo urbano regional, procesos demográficos y sociales, desarrollo rural e indígena, paisaje y entorno urbano, segregación y pobreza, cultura e identidad local.

## Áreas de Investigación

- Transformaciones ambientales y desarrollo regional
- Sistema urbano, pobreza y calidad de vida
- Patrimonio cultural e identidad territorial.
- El paisaje en el medio urbano.
- El desarrollo rural indígena en la planificación territorial.
- La dimensión ambiental en la planificación territorial

## Unidad de Investigación de Ingeniería Ambiental

La Unidad investiga temas relativos a hidrología, residuos industriales (líquidos, gaseosos, sólidos), calidad del aire y contaminación atmosférica, energías fósiles y renovables, residuos sólidos y biorremediación, y gestión ambiental. Sus líneas de asistencia técnica son las auditorías ambientales, los estudios de impacto ambiental y asesoría especializada al sector productivo, básicamente en la gestión ambiental integral. Su personal permanente está integrado por cuatro académicos con grado de doctor, dos profesionales, con especialización a nivel de maestría.

### Áreas de investigación

- Biotransformación de compuestos de origen industrial
- Gestión Ambiental de Procesos
- Tratamiento de efluentes industriales y Producción limpia
- Conversión térmica de carbón, petcoke y biomasa.
- Tecnologías "cero-emisión" de CO<sub>2</sub>
- Desarrollo Sustentable de Energías Renovables
- Petrografía de combustibles sólidos y residuos de combustión.
- Especiación química y morfológica de material particulado
- Políticas energéticas.
- Impactos de actividades energéticas en el medioambiente
- Desarrollo y adaptación de tecnologías de manejo y gestión de sitios contaminados
- Minimización, reutilización y gestión de residuos sólidos
- Gestión ambiental de procesos productivos
- Revalorización de materiales residuales
- Desarrollo de sistemas de apoyo a la decisión
- Contaminación atmosférica, en especial en aspectos teóricos y prácticos relativos a mediciones, modelación avanzada y diagnósticos de calidad del aire
- Investigación, evaluación y modelación de zonas urbanas afectadas por problemas de contaminación por material particulado

## Laboratorios del Centro Eula-Chile

Las dependencias del Centro, se sitúan, en el Campus de la Universidad de Concepción, en cuatro edificios abarcan alrededor de 3650 m<sup>2</sup> de superficie. Con el fin de facilitar la coordinación y el desarrollo de las actividades propias del Centro, la investigación está apoyada por la existencia de laboratorios que permiten enfrentar y cumplir los desafíos y exigencias de las distintas áreas involucradas en la problemática ambiental.

Los laboratorios de investigación cuentan con un profesional responsable y técnicos de laboratorio con formación especializada y de tiempo completo. Estos laboratorios son:

### • Biología Ambiental

El personal técnico y científico especializado en el estudio de ecosistemas acuáticos, junto con un completo equipamiento de laboratorio y de terreno, permiten al laboratorio de Biología Ambiental desarrollar docencia e investigación en ciencia básica y aplicada en el ámbito de los recursos acuáticos continentales y marinos. Este laboratorio, con sus secciones de: Biomarcadores bioquímicos, Bioindicadores ecológicos, Bioensayos de toxicidad, Microbiología (este último se encuentra integrado al sistema de acreditación del Laboratorio de Ensayos del Centro EULA-Chile, por lo tanto se encuentra acreditada por el Instituto Nacional de Normalización INN bajo la Norma ISO 17025 para análisis de coliformes fecales y totales para aguas superficiales y residuales), Sedimentología, Morfometría, Hidrodinámica y Modelación de Sistemas Acuáticos, tiene implementada todas las técnicas analíticas necesarias para el estudio de los componentes y procesos básicos existentes en estos ecosistemas.

La sección de Microbiología presta apoyo a otros facultades de nuestra Universidad como a diferentes empresas del país y la región.

### • Química Ambiental

Este laboratorio se encuentra acreditado por el Instituto Nacional de Normalización (INN) según la NCH ISO 17025 y su estructura y funcionamiento, le permiten cumplir los requerimientos de docencia, investigación y asistencia técnica en temas ambientales. Está organizado en 4 secciones: Cromatografía, Espectrofotometría de Absorción Atómica, Espectrofotometría de Absorción Molecular y Volumetría/Gravimetría. Cada

sección cuenta con personal calificado y en continuo perfeccionamiento apoyado con instrumentación moderna que permite obtener una caracterización analítica acorde a un programa de aseguramiento de calidad. La participación en ejercicios de intercalibración tanto a nivel nacional como internacional, resguardan la calidad de los datos analíticos.

- **Informática y Geomática**

Realiza investigación y asistencia técnica en dos importantes áreas de la computación e informática aplicada: El procesamiento Digital de Imágenes y la aplicación de Sistemas de Información Geográfica, ambas, tecnologías de última generación ampliamente usadas en el análisis y modelación de procesos naturales y socioeconómicos en un área geográfica determinada.

- **Infraestructura y Equipos**

Las estructuras del Centro están constituidas por tres edificios de tres pisos cada uno, ubicados en el Campus Universitario con una superficie total cubierta de 3650 m<sup>2</sup>; dispone además de un local para bodega (aproximadamente 300 m<sup>2</sup>) y de uno aislado, para el almacenamiento de reactivos químicos (50 m<sup>2</sup> aproximadamente).

## Laboratorio de Biología Ambiental:

### Microscopía :

Microscopía fotónica directa (Zeiss Axioplan), Microscopía fotónica invertida (Zeiss Axiovert), Microscopía fotónica de epifluorescencia (Zeiss Axioskop). Sistemas de Fluorimetría: Fluorimetría extractiva o in vivo discreta (Turner Designs 10000 R), Fluorimetría in vivo continua Turner Designs 10005 R (Clorofilas y Rodomina).

### Sedimentología:

Analizador electrónico de partículas y contador multicanal (ELZONE), Estereoscopios de espejo Wild Leitz, Planímetro Digital KOIZUMI, Picnómetro de aire comprimido para medir porosidad de muestras sedimentológicas, Tubo Emery de decantación, brújulas, GPS Vista CX Garmin. Dragas: Petite Ponar, Ekman y Van Veen. Muestreador de sedimento gravity corer modelo Uwitec.

### Equipamiento de Terreno:

Smart CTD o perfilador continuo de conductividad y temperatura de mar vs. profundidad, Luminometría acuática (LICOR L1000 ), Redes de plancton y necton, Pesca eléctrica, Cámaras T90, Muestreadores de agua (Botella Ruttner, Botella tipo Niskin), Ecosonda portátil, Ictiómetros electrónicos, pHmetros, conductímetros y correntómetros sensor data 2000 y 6000, y otros.

### Laboratorio de Química Ambiental:

El Centro EULA cuenta con un Laboratorio de Química Ambiental, el cual se encuentra acreditado por el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización (INN) como Laboratorio de Ensayo de acuerdo a la Norma Chilena NCh-ISO 17025. Of2005 desde el año 2003.

Este laboratorio de Ensayos cuenta con 4 secciones correspondiente al Laboratorio de Química: Sección de Espectrofotometría de Absorción Molecular (EAM), Sección de Cromatografía de Gases (CG), Sección de Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA), Sección de Cromatografía Iónica (CI) que permiten analizar más de 120 parámetros en matrices de agua superficial, efluentes industriales (RIL), aguas subterráneas, aguas marinas, sedimentos, suelos organismos y otras matrices misceláneas.

El personal del Laboratorio consta de 24 funcionarios entre los que se cuentan 3 profesionales superiores, 12 Técnicos (Químicos Analistas), 3 Laborantes, 4 auxiliares y dos secretarías.

El Laboratorio está especialmente dedicado a la determinación de los parámetros solicitados por las Normas Chilenas siguientes:

- Decreto Supremo (DS) 609 'Descarga de Residuos Líquidos a Sistemas de Alcantarillado'.
- Norma Chilena DS 90 'Descarga de RILES a Aguas Superficiales'.
- Decreto Supremo (DS) 87/01. 'Estándares de Calidad Ambiental para la Protección de la Aguas Continentales Superficiales'.
- Decreto Supremo (DS) N° 46/2002. Descarga de residuos líquidos a aguas subterráneas
- Instructivo Presidencial aprobado por Consejo de Ministros de CONAMA (2005).

El Laboratorio además presta servicios de apoyo a la docencia y la investigación de Proyectos del propio Centro EULA asociados a cada área correspondiente.

### Secciones del Laboratorio

#### *Espectrofotometría de Absorción Molecular*

##### **Descripción:**

Sección dedicada al análisis de compuestos factibles de ser medidos mediante compuestos que absorban radiación electromagnética en el rango del ultravioleta y visible. También se realizan en esta sección análisis volumétricos y gravimétricos.

##### **Equipamiento Mayor:**

Tres espectrofotómetros de Absorción Molecular (Lambda 2, Lambda 20 y Lambda 25 de la Empresa Perkin Elmer).

##### **Equipamiento Menor:**

pHímetros, Medidores de Conductividad Eléctrica, Turbidímetro, Termocámaras, Tituladores automáticos, etc

##### **Supervisor:**

Sra. Eliana Figueroa Químico Analista.

#### *Espectrofotometría de Absorción Atómica.*

##### **Descripción:**

Sección dedicada al análisis de metales alcalinos, alcalinos térreos, metaloides y metales pesados mediante la determinación de espectrofotometría de absorción atómica con técnicas de llama, horno de grafito y generación de hidruros.

##### **Equipamiento Mayor:**

Tres espectrofotómetros de Absorción Atómica (Perkin Elmer 3110, Perkin Elmer 1100B y Shimadzu AA-6300).

##### **Equipamiento Menor:**

Equipo generador de Microondas (Milestone), Liofilizador (Labvconco), FIAS-400, etc

##### **Supervisor:**

Sr. Cristian Espinoza Químico Analista.

#### *Cromatografía de Gases.*

##### **Descripción:**

Sección dedicada al análisis de compuestos organoclorados, organofosforados, hidrocarburos y compuestos misceláneos (pesticidas, herbicidas, fungicidas, etc), mediante la determinación de cromatografía gaseosa con detección FID, ECD y MS.

##### **Equipamiento Mayor:**

cuatro Cromatógrafos de Gas (Perkin Elmer modelos Autosystem 9000, Clarus 500 y Clarus 600 y Cromatógrafo Carlo Erba RFC 500). Analizador de Carbono Orgánico Total (TOC) Carlo Erba.

##### **Equipamiento Menor:**

Rotavapores, mantas calefactoras, shaker, centrífuga, etc.

##### **Supervisor:**

Sra. Katia Ramírez Químico Analista.

#### *Cromatografía iónica*

##### **Descripción:**

Sección dedicada al análisis de cationes y aniones mediante la determinación de cromatografía iónica con detección de conductividad. Adicionalmente esta sección realiza las determinaciones de iones específicos mediante potenciometría.

##### **Equipamiento Mayor:**

Un cromatógrafo Iónico DIONEX ICS 2000.

##### **Equipamiento Menor:**

Potenciómetros específicos de Nitrato, Nitrito, Sulfuro, etc.

##### **Supervisor:**

Sra. Johanna Beltrán Químico Analista y Supervisor Analítico del Laboratorio.

## Laboratorio de Geomática:

### Hardware:

PCs última generación todos conectados a internet, Mesas digitalizadoras CALCOMP y SUMAGRAPHICS MICROGRID III, 1 Plotter TechJet CALCOMP 550S, Numerosas Impresoras inyección de tinta y Laser color, 5 Scanner, 1 PC Estación Base GPS, 1 GPS Geoexplorer TRIMBLE.

### Software:

AUTOCAD v14, 2000 para digitalización cartográfica, IDRISI, ARCINFO PC y ARCINFO para Windows NT para trabajo en SIG, RESOURCE para imagen Satelital y TRIMBLE para GPS, ARCVIEW 3.2, 8.1, 3.3

## Unidad de muestreo:

El Centro EULA cuenta con una unidad especializada en labores de terreno (medición de parámetros in situ, toma de muestras de agua, riles, sedimentos, muestras biológicas, etc.) conformado por químicos analistas, laborantes y ayudantes de terreno, de vasta experiencia. Está dotado de un Laboratorio Móvil y equipamiento e instrumental necesario para el trabajo de terreno y así cumplir con las exigencias de las distintas áreas involucradas en la problemática ambiental. Además, apoya las tareas de investigación y docencia. Se cuenta con 8 camionetas todo terreno, una de las cuales es refrigerada, botes Zodiac, de aluminio y de fibra con motores fuera de borda. Para actividades de investigación en el ámbito oceanográfico, se utiliza un barco de la Universidad de Concepción, que cuenta con equipamiento y tecnología de última generación.

Esta unidad se encuentra acreditado ante el INN bajo la Norma Chilena 17025 of 2005, desde febrero de 2011.

## Asistencia Técnica y Prestación de Servicios

El Centro EULA-Chile cuenta con un equipo propio de 32 profesionales a tiempo completo, de carácter multidisciplinario, con grados académicos obtenidos en el país y en el extranjero, con una amplia experiencia docente y de investigación aplicada en diversas áreas del medioambiente, el cual es apoyado por un equipo administrativo y técnico de laboratorio. Lo anterior junto a la disponibilidad de una infraestructura de

laboratorios y equipos de terreno propios, de amplio espectro y tecnología, le permite ofrecer a instituciones y empresas de área pública y privada, asesorías integrales en los campos de la docencia, capacitación profesional, investigación y asistencia técnica medioambiental.

Por otra parte, el Centro EULA opera integrado a los diversos laboratorios y áreas de servicios de las 16 Facultades de la Universidad de Concepción, a los cuales puede derivar servicios y análisis, potenciando significativamente sus áreas de acción y consultorías a la comunidad. A la fecha, se han ejecutado aproximadamente 396 proyectos de asistencia técnica, donde se destacan los trabajos relacionados con estudios de contaminación de aguas superficiales y subterráneas; monitoreos en diferentes cuencas del país, programas de vigilancias de riles de diferentes empresas de la región y del país, Catastros y evaluaciones de biota acuática y terrestre; diseño de programas de muestreo en ambientes acuáticos, terrestres y aéreos; aplicación de Sistemas de Información Geográfica para gestión de recursos naturales; estudios y declaraciones de impacto ambiental; Auditorías y peritajes medioambientales; elaboración y ejecución de programas de seguimiento ambiental, participación ciudadana, cursos de capacitación para funcionarios públicos y de empresas privadas, entre otros.

Los servicios de esta unidad son los siguientes:

- Análisis físico y químicos de aguas, riles, sedimentos y biota
- Determinación de metales pesados y microcontaminantes orgánicos
- Determinación de hidrocarburos y pesticidas
- Determinación de calidad de aguas superficiales y subterráneas
- Análisis bacteriológico de aguas crudas y riles
- Estudios de sedimentos y geosocronología de ambientes acuáticos y terrestres
- Estudios hidrológicos e hidráulicos para aplicación ambiental
- Mediciones e instalaciones de estaciones automáticas meteorológicas
- Estudios de contaminación de aguas superficiales y subterráneas a través de indicadores físicos, químicos y biológicos
- Estudios morfológicos y batimétricos de lagos y ríos
- Estudios de capacidad de uso y usos de suelo
- Estudios de riesgos naturales y antrópicos
- Catastros y evaluaciones de biota acuática y terrestre
- Caracterización y evaluación de residuos sólidos y líquidos

- Diseño de programas de muestreo en ambientes acuáticos, terrestres y aéreos
- Aplicación de Sistemas de Información Geográfica para gestión de recursos naturales
- Elaboración de programas de bases de datos ambientales
- Cartografía digital aplicada en recursos naturales y planificación territorial
- Elaboración de programas de gestión ambiental para la empresa
- Estudios y Declaraciones de Impacto Ambiental
- Auditorías y Peritajes medioambientales
- Elaboración y ejecución de programas de seguimiento ambiental
- Estudios de localización de industrias y vertederos
- Estudios de planes reguladores y planes marco de desarrollo territorial
- Estudios de valoración económica de recursos naturales
- Estudios demográficos y socioeconómicos ambientales
- Facilitación de procesos de participación ciudadana
- Investigaciones bibliográficas y elaboración de informes especializados, a nivel del estado de arte, en temáticas ambientales
- Estudios jurídicos de conflictos ambientales
- Programas y cursos de capacitación en gestión ambiental a empresas y servicios públicos orientados a sus necesidades particulares
- Dictación de charlas y seminarios en temas ambientales de actualidad y/o cultura ambiental general.



## Proyectos de Asistencia Técnica

A continuación se listan los proyectos en los cuales el Centro EULA-Chile ha participado los últimos 22 años.

- (1) "Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Biobío y del área Marina Adyacente".

**Descripción** : Caracterización física, química, biológica y socioeconómica de la cuenca del río Biobío. Este incluyó una evaluación del uso del suelo, calidad del agua continental y área marina adyacente, los efectos del uso y propuestas de manejo.

**Duración** : 36 meses (1990-1993)

**Financiamiento** : GOBIERNO ITALIANO

- (2) "Evaluación de Impacto Ambiental de una Planta de Celulosa (Kraft) debido a la descarga de residuos industriales líquidos en el río Biobío".

**Descripción** : Caracterización completa de efluentes y cuerpos receptores. Fueron examinados los aspectos químicos, biológicos y socioeconómicos de las zonas de impacto. Se propusieron además medidas de mitigación.

**Duración** : 48 meses (1990-1994)

**Monto** : \$ 125.000.000.-

**Financiamiento** : FORESTAL E INDUSTRIAL SANTA FE S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

- (3) "Programa Mínimo de Evaluación Ambiental en torno al Ecosistema Marino Costero adyacente al emisario de aguas servidas domésticas que descargan en Bahía San Vicente".

**Descripción** : Caracterización completa de efluentes y cuerpo receptor. Fueron examinados los aspectos químicos, biológicos y socioeconómicos de las zonas de impacto. Se propusieron además medidas de mitigación.

**Duración** : 12 meses (Agosto 1991 - Agosto 1992)

**Monto** : \$ 8.984.000.-

**Financiamiento** : EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DEL BIOBIO (ESSBIO) S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y M. Sc. Adolfo Acuña

- (4) "Programa Mínimo de Evaluación de Impacto Ambiental en torno al Ecosistema Marino Costero Adyacente al futuro Efluente Industrial de Fábrica de Papeles Carrascal S.A.".

**Descripción** : Caracterización completa de efluentes y cuerpos receptores. Fueron examinados los aspectos químicos, biológicos y socioeconómicos de las zonas de impacto. Se propusieron además medidas de mitigación.

**Duración** : 12 meses (Agosto 1991 - Agosto 1992)

**Monto** : UF 1.000.-

**Financiamiento** : PAPELES CARRASCAL S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y M. Sc. Adolfo Acuña

- (5) "Estudio de la Situación Ambiental y de Riesgos de la comuna de Talcahuano".

**Descripción** : Evaluación de la situación ambiental y las condiciones de riesgo en la comuna, estimando el uso del suelo (residencial, comercial e industrial).

**Duración** : 6 meses (Abril 1993 - Octubre 1993)

**Monto** : \$ 12.000.000.-

**Financiamiento** : ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE TALCAHUANO, VIII REGION.

**Coordinador** : Arq. Ricardo Utz

(6) "Evaluación de Impacto Ambiental de la Construcción del Oleoducto Neuquén-Petrox (Territorio chileno)"

**Descripción** : Se establecieron los impactos debido a la construcción del ducto de gas. Se incluyeron estudios de flora, vegetación y fauna; estudios de suelo, geología, geomorfología, digitalización de imágenes, geografía urbana y humana, recursos hídricos, estudios ingenieriles, de legislación y economía.

**Duración** : 4 meses (Enero 1993 - Mayo 1993)

**Monto** : \$ 14.125.000.-

**Financiamiento** : OLEODUCTO TRANSANDINO (CHILE) S.A.

**Coordinador** : Dr. Juan Carlos Ortíz

(7) "Plan de Monitoreo en la Fase de Operación del Oleoducto Neuquén-Petrox (Territorio chileno)"

**Descripción** : Orientado al estudio y evolución de los trabajos de mitigación y restauración sobre la pista del Oleoducto Trasandino en su fase operación, entre el paso Butamallín y San Vicente.

**Duración** : 36 meses (Marzo 1994 - Marzo 1997)

**Monto** : UF 3.300.-

**Financiamiento** : OLEODUCTO TRASANDINO (CHILE) S.A.

**Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(8) "Evaluación de Impacto Ambiental que ocasionarán las instalaciones del Proyecto PETROPOWER Ltda."

**Descripción** : Se determinó los potenciales impactos y los efectos sobre el ambiente del proyecto Coque-Generación, determinar las regulaciones y controles futuros.

**Duración** : 4 meses (Abril 1993 - Agosto 1993)

**Monto** : \$ 19.500.000.-

**Financiamiento** : PETROPOWER LTDA.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(9) "Modelo de Dispersión Atmosférica para las Emisiones Gaseosas de la Planta Forestal e Industrial Santa Fe S.A."

**Descripción** : Se Instaló una estación meteorológica durante un año, para representar las condiciones meteorológicas del área de estudio. Se realizaron además, análisis cuantitativos de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO de cuatro puntos fijos, utilizando un equipo HORIBA. Se realizó una validación del modelo Gausiano unidimensional.

**Duración** : 23 meses (Enero 1993 - Noviembre 1994)

**Financiamiento** : FORESTAL E INDUSTRIAL SANTA FE S.A.

**Coordinador** : Ing. Claudio Seguel

(10) "Determinación de Emisiones Evaporativas de Hidrocarburos y su Distribución en Refinería PETROX S.A."

**Descripción** : Mediante una caracterización de la meteorología a microescala del lugar, se explicó la distribución de los hidrocarburos en el interior de la Planta. Se modeló la dispersión de los hidrocarburos y se contrastará con mediciones, de sus concentraciones, realizadas "in situ".

**Duración** : 17 meses (Julio 1994 - Diciembre 1995)

**Monto** : UF 1.200.-

**Financiamiento** : PETROX S.A.

**Coordinador** : Ing. Claudio Seguel

(11) "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Ampliación del Puerto Lirquén".

**Descripción** : Estudio de Impacto Ambiental de dos obras en particular:  
a) La construcción de un nuevo muelle con capacidad para cuatro sitios de atraque y b) la ampliación del actual sitio de acopio.

**Duración** : 10 meses (Enero 1994 - Octubre 1994)

**Monto** : UF 4.275.-

**Financiamiento** : PORTUARIA LIRQUEN S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y M. Sc. Adolfo Acuña

(12) "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Diseño del Tratamiento de las aguas Servidas de la Intercomuna Concepción-Talcahuano-Chiguayante".

**Descripción** : Se determinaron los impactos futuros del proyecto y se propuso la mejor alternativa en la planta de tratamiento de aguas servidas y la posible localización del emisario en la Bahía de San Vicente.

**Duración** : 14 meses (Julio 1993 - Noviembre 1994)

**Monto** : \$ 75.000.000.-

**Financiamiento** : EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DEL BIOBIO (ESSBIO) S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y M. Sc. Adolfo Acuña

(13) "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Hidrocracking Petrox S.A."

**Descripción** : Contiene los aspectos principales del Estudio de Impacto Ambiental estipulados en el instructivo Presidencial del 30 de septiembre de 1993, para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos de Inversión. Se incluyeron aspectos del proyecto de ingeniería, aspectos legales, línea base y consideraciones económicas.

**Duración** : 4 meses (julio 1994 - noviembre 1994)

**Monto** : UF 365.-

**Financiamiento** : PETROX S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(14) "Diagnóstico para la Actualización del Plan Regulador Metropolitano de Concepción".

**Descripción** : Estudio en fase de diagnóstico para elaborar un plan regulador intercomunal que incluyó las comunas: Tomé, Penco, Concepción, Talcahuano, Coronel, Lota, Arauco, Florida, Hualqui, Coelemu. Se consideraron aspectos demográficos y sociales, crecimiento urbano, ocupación del espacio, uso del suelo.

**Duración** : 14 meses (Diciembre 1993 - Abril 1995)

**Monto** : \$ 21.804.000.-

**Financiamiento** : MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO.

**Coordinador** : Arq. Ricardo Utz y Arq. Dolores Muñoz

(15) "Diagnóstico del Impacto de Posibles Restricciones Ambientales sobre el Sector Exportador Chileno".

**Descripción** : Se identificó las restricciones ambientales existentes y potenciales para las exportaciones chilenas y se midió el potencial impacto que éstas pudieran tener sobre los distintos sectores exportadores.

**Duración** : 4 meses (Septiembre 1994 - Enero 1995)

**Monto** : \$ 6.880.000.-

**Financiamiento** : COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (CONAMA)

**Coordinador** : Dr. Jorge Dresdner

(16) "Revisión de la Experiencia Nacional y Extranjera sobre Criterios y Estándares de Calidad de Agua y Emisión".

**Descripción** : Revisión y descripción de los principales sistemas y criterios sobre manejo de calidad de agua que se aplican en países y organismos seleccionados, con especial referencia a la determinación de estándares de emisión y clasificación de cuerpos de agua.

**Duración** : 4 meses (Octubre 1993 - Febrero 1994)

**Monto** : UF 345.-

**Financiamiento** : FUNDACION CHILE.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y MSc. Adolfo Acuña

(17) "Estudios Complementarios del Sistema Hidrobiológico del Estero Carén".

**Descripción** : Se determinó la evolución a largo plazo de las concentraciones en el agua y en los sedimentos de los compuestos críticos, en particular, aquellos afectados por la descarga de los relaves de minería al embalse Carén. Se evaluaron si estas concentraciones pueden provocar daños relevantes a la calidad del agua y al ecosistema acuático.

**Duración** : 17 meses (Agosto 1994 - Diciembre 1995)

**Monto** : \$ 87.031.841.-

**Financiamiento** : CODELCO-CHILE.

**Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(18) "Gestión de los Recursos Hídricos - Corporación de Cuenca del Río Biobío".

**Descripción** : La asesoría Técnica consistió en la revisión de antecedentes sobre los recursos hídricos de la Cuenca del río Biobío, generados durante la realización del Proyecto EULA.

**Duración** : 3 meses (Octubre 1994 - Diciembre 1994)

**Monto** : \$ 26.800.000.-

**Financiamiento** : CONSORCIO COYNE ET BELLIER - EUROPACT

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y M Sc. Adolfo Acuña

(19) "Diagnóstico y Aplicación de Metodologías para Determinar Producción de Residuos Sólidos Industriales e Impacto Ambiental de su Disposición Final".

**Descripción** : Este estudio consideró una recopilación de información, en terreno y otras fuentes, sobre RIS y vertederos correspondientes al área de Concepción, Talcahuano, Penco, Tomé, Coronel, Lota y Arauco. Aplicación de la Metodología de inventarios rápidos de residuos industriales sólidos; caracterización de los RIS, revisión de metodologías de evaluación ambiental en vertederos, priorización de los lugares de disposición final.

**Duración** : 7 meses (Octubre 1994 - Mayo 1995)

**Monto** : \$ 14.000.000.-

**Financiamiento** : CADE-IDEPE INGENIERIA Y DESARROLLO DE PROYECTOS.

**Coordinador** : Dr. Claudio Zaror e Ing. Susana Rivera

(20) "Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío I".

**Descripción** : Consistió en un programa de monitoreo de la calidad del agua del sistema río Biobío (curso principal y afluentes), teniendo como referencia la caracterización física, química y biológica realizada durante el transcurso del Proyecto EULA. Este consistió en realizar una medición y una evaluación de las sustancias seleccionadas en aguas, sedimentos y organismos de acuerdo a los criterios de calidad ambiental y de salud pública.

**Duración** : 36 meses (Noviembre 1994 - Noviembre 1997)

**Monto** : UF 9.450.-

**Financiamiento** : EMPRESAS USUARIAS DEL RIO BIOBIO Y LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y Dr.© Claudio Valdovinos

## Programas de Vigilancia

- a) "Monitoreo de las características ambientales en el área de vertimiento de los residuos industriales líquidos de Fábrica de Papeles Biobío" (Ahora Papeles Norske Skog).

**Duración** : 1993-2006  
**Monto** : UF 285,48 (anual)  
**Financiamiento** : Fábrica de Papeles Biobío S.A. (Ahora Norske Skog)

- b) "Monitoreo de las características ambientales en el área de vertimiento de los residuos industriales líquidos de Fábrica Celulosa Laja".

**Duración** : Julio 96-2004  
**Monto** : UF 227,8.-  
**Financiamiento** : CMPC Celulosa S.A. Laja

- c) "Monitoreo de las características ambientales en el área de vertimiento de los residuos industriales líquidos de INFORSA S.A."

**Duración** : marzo 1997-2005)  
**Monto** : UF 358,52.-  
**Financiamiento** : Industrias Forestales S.A.

- d) "Monitoreo de las características ambientales en el área de vertimiento de los residuos industriales líquidos de Sta. Fé"

**Duración** : marzo 1994-marzo 2001  
**Monto** : UF 185,49  
**Financiamiento** : CMPC Celulosa S.A. Planta Santa Fé

- e) "Monitoreo de las características ambientales en el área de vertimiento de los residuos industriales líquidos Petrox S.A.

**Duración** : 1 año (marzo 1997-diciembre 2000)  
**Monto** : UF 188,16.-  
**Financiamiento** : Petrox S.

- (21) "Estudio del Impacto Ambiental de Carácter Prospectivo del Proyecto Gasoducto Norandino (sector Chileno)".

**Descripción** : Descripción preliminar de los elementos del sistema natural y antrópico con influencia en el proyecto. Consideró aspectos de geología y geomorfología, recursos hídricos, flora y fauna, suelos, geografía humana, clima, patrimonio cultural e identificación de impactos preliminares.

**Duración** : 1 mes (Diciembre 1994)  
**Monto** : \$ 8.573.000.-  
**Financiamiento** : EMPRESA NACIONAL DEL PETROLEO (ENAP).  
**Coordinador** : Ing. Pedro Pedreros

- (22) "Evaluación de la factibilidad técnica para la Instalación de un vertedero de Residuos Sólidos Urbanos, Sector Montenegro, Comuna de Los Angeles".

**Descripción** : Se caracterizaron y analizaron los recursos agua, suelo, vegetación y fauna. Se identificaron y describieron los probables impactos ambientales provocados por la construcción y posterior funcionamiento de un Vertedero de Residuos Sólidos Urbanos.

**Duración** : 5 meses (junio 94-diciembre 94)  
**Monto** : \$ 3.600.000.-  
**Financiamiento** : ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE LOS ANGELES  
**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(23) "Estudio y Catastro de Recursos Hídricos en Predios de Monte Aguila".

**Descripción** : Se caracterizó y evaluó la calidad del agua, de los Recursos Hídricos de Forestal y Agrícola Monte Aguila S.A para uso potable y regadío.

**Duración** : 12 meses (nov. 95-nov. 96)

**Monto** : UF 537,3

**Financiamiento** : FORESTAL Y AGRÍCOLA MONTE AGUILA S.A

**Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(24) "Manejo de Residuos Sólidos Planta SFNAS-L-299/94"

**Descripción** : Se analizaron cualitativa y cuantitativamente los procesos industriales respecto de la generación y manejo de los RIS, así como también las características del sitio donde disponerlos, con el objeto de minimizar los impactos negativos. Se realizó un completo análisis del estado de las aguas subterráneas y de la factibilidad de contaminación de ellas.

**Duración** : 9 meses (Marzo-Diciembre 1995)

**Monto** : UF 2.204.-

**Financiamiento** : FORESTAL E INDUSTRIAL SANTA FE

**Coordinador** : Ing. Pedro Pedreros

(25) "Programa de Monitoreo Ampliación Puerto Lirquén

**Duración** : 4 años (1995-1999)

**Monto** : UF 251.-

**Financiamiento** : Portuaria Lirquén

**Coordinador** : Dr. M. Cisternas

(26) "Diagnóstico Plan Regulador Metropolitano de Concepción-Segunda Fase"

**Descripción** : Esta segunda etapa se orientó para dar forma a una síntesis de diagnóstico de los antecedentes generados en la primera fase del estudio "Diagnóstico Actualización del Plan Regulador Metropolitano de Concepción"

**Duración** : 2 años (noviembre 95-noviembre 97)

**Monto** : \$ 9.940.000.-

**Financiamiento** : CEC Ltda.

**Coordinador** : Arq. María Dolores Muñoz

(27) "Asesoría al Estudio De Impacto Ambiental Central Rucue".

**Descripción** : Se asesoró a Colbún S.A. en los aspectos técnicos y administrativos del Contrato de elaboración de EsIA del Proyecto Hidroeléctrico "Central Rucue", cubriendo todas las etapas que requiere este estudio, conforme a los términos de Referencia aprobados por la COREMA Región del Biobío y dentro de los plazos fijados según contrato.

**Duración** : 6 meses (Enero-Agosto 1996)

**Monto** : UF 1.680.-

**Financiamiento** : EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(28) "Estudio De Impacto Ambiental Proyecto Gasoducto Transandino y Distribución de Gas Natural en Chile"

**Descripción** : Caracterización del área de influencia (línea base) de las componentes ambientales, EIA del Proyecto Gasoducto Transandino S.A. en las componentes ambientales caracterizadas en la línea base, proposición de medidas mitigantes, plan de manejo ambiental, programa de monitoreo.

**Duración** : 6 meses (enero 96-julio 96)

**Monto** : UF 954.-

**Financiamiento** : DAMES & MOORE CHILE LTDA.

**Coordinador** : Ing. Pedro Pedreros

(29) "Diagnóstico Catastral de los Bienes raíces fiscales "dividido en tres estudios:

**Estudio 1** : "Diagnóstico Catastral de los bienes raíces fiscales de la Región del Biobío".

**Estudio 2** : "Catastro de los bienes raíces fiscales entre Cerro Chepe y Bahía de Concepción".

**Estudio 3** : "Catastro de los bienes raíces fiscales entre Cerro Chepe Chiguayante".

**Duración** : Estudio 1 :12 meses (1995-1996)

**Estudio 2** : 7 meses

**Estudio 3** : 7 meses

**Monto** : \$ 115.336.254.-

**Financiamiento** : SECRETARIA REGIONAL MINISTERIAL DE BIENES NACIONALES (Región del Biobío)

**Coordinador** : Ing. Francisco Godoy

(30) "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Distribución de Gas Natural en la Intercomuna de Concepción"

**Descripción** : El estudio de Impacto Ambiental consideró una breve descripción del proyecto, área de influencia, principales impactos, plan de gestión ambiental, programas de mitigación, prevención de riesgos, monitoreos, comunicaciones y relaciones con la comunidad

**Duración** : 9 meses (Marzo-Diciembre 1996)

**Monto** : UF 2.610,4.-

**Financiamiento** : EMPRESA GASCO CONCEPCION S.A.

**Coordinador** : Ing. Fernando Márquez

(31) "Estudio de la evaluación de impacto ambiental para proyecto vertimiento de desechos de dragado en el medio acuático del área de Lirquén".

**Descripción** : Se realizó una caracterización sedimentaria del lugar que será dragado. A través de ello se estimó el grado de impacto que pueda ocasionar el vertimiento en el ecosistema marino del o los sitios seleccionados.

**Duración** : 1 año (enero 96- enero 97)

**Monto** : UF 244,3.-

**Financiamiento** : Portuaría Lirquén S.A.

**Coordinador** : Dr. Marco Cisternas

(32) "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Planta de Propano Diluido"

**Descripción** : El proyecto consistió en el emplazamiento de un nuevo proceso dentro del recinto que actualmente ocupa la empresa GASCO CONCEPCION S.A., consistente en un sistema de eyectores para la dilución de Propano, este último abastecido desde la Refinería, para finalmente inyectar esta mezcla a la actual red de distribución domiciliaria, y así abastecer a los usuarios. Mediante un análisis de las acciones y obras que comprendió el proyecto y la condición actual del lugar y su entorno, se identificaron los probables impactos del mismo y se realizó la evaluación de ellos.

**Duración** : 3 meses (Noviembre 96-Febrero 1997)

**Monto** : UF 692.-

**Financiamiento** : GASCO CONCEPCION S.A.

**Coordinador** : Dr. Ing. Fernando Márquez

(33) "Elaboración de Guía Metodológica para la Aplicación de la Evaluación de Impacto Ambiental en Proyectos Industriales de Celulosa, Pasta de Papel, Plantas Astilladoras, Elaboradoras de Madera y Aserraderos".

**Descripción** : El propósito de la guía fue orientar los Estudios de Impacto Ambiental, el proceso de calificación y la presentación de un DIA de proyectos industriales de Celulosa, Pasta de Papel, Plantas Astilladoras, Elaboradoras de Madera y Aserraderos.

**Duración** : 8 meses (Enero-Septiembre 1996)

**Monto** : \$ 15.600.000.-

**Financiamiento** : CONAMA

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(34) "Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Planta de Polipropileno"

**Descripción** : Petroquim proyecta construir una Planta de Polipropileno para producir variados tipos de polipropileno (polímeros) que se usan en la industria que fábrica artículos plásticos. Petroquim S.A. encargó al Centro Eula la realización de EIA del proyecto.

**Duración** : 1 año (enero 96-enero 97)

**Monto** : UF 535.-

**Financiamiento** : Petrox S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(35) "Investigación del Potencial para la Acuicultura del sector costero de la VIII Región entre Coliumo y Pta. Lavapié".

**Descripción** : El objetivo del presente trabajo fue la recopilación de información sobre aspectos geográficos, geomorfológicos, hidrodinámicos y físico-químicos del litoral de la VIII Región.

**Duración** : 9 meses (agosto 96-mayo 97)

**Monto** : \$ 8.870.000.-

**Financiamiento** : IFOP

**Coordinador** : M Sc. Adolfo Acuña

(36) "Investigación del Potencial para la Acuicultura del sector costero de la VIII Región entre Pta. Lavapié y Tirúa".

**Descripción** : El objetivo del presente trabajo fue la recopilación de información sobre aspectos geográficos, geomorfológicos, hidrodinámicos y físico-químicos del litoral de la VIII Región.

**Duración** : 9 meses (agosto 96-mayo 97)

**Monto** : \$ 8.870.000.-

**Financiamiento** : IFOP

**Coordinador** : Msc. Adolfo Acuña

(37) "Talleres de Capacitación de Funcionarios Públicos en gestión Ambiental de Recursos Naturales. Regiones I, II, VII, IX, X, XI, XII y Metropolitana".

**Descripción** : Se proporcionó a los funcionarios públicos de las distintas regiones del país, una mejor comprensión de la gestión de los recursos naturales.  
**Duración** : 2 meses (Oct. 96-Dic.96)  
**Monto** : \$ 20.994.775.-  
**Financiamiento** : CONAMA  
**Coordinador** : Dr. Alberto Arrizaga

(38) "Determinación de la capacidad de carga y balance de Fósforo y Nitrógeno en los lagos Natri, Cucao, Huillinco, Tepuhueico, Tarahuín".

**Duración** : 1 año (noviembre 96-noviembre97)  
**Monto** : \$ 10.000.000.-  
**Financiamiento** : Universidad Austral de Chile  
**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(39) "Determinación de la capacidad de carga y balance de Fósforo y Nitrógeno en el lago Riñihue"

**Duración** : 1 año (noviembre 96-noviembre97)  
**Monto** : \$ 3.000.000.-  
**Financiamiento** : Universidad Austral de Chile  
**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(40) "Derrame de Hidrocarburos (Diesel) por el Oleoducto de Petrox en el sector de Teno, comuna de Teno, Provincia de Curicó, VII Región".

**Descripción** : Se realizó un reconocimiento de la zona afectada, se excavaron calicatas para posterior análisis físico-químicos. Además se hicieron análisis en los sectores ocupados para la agricultura.  
**Duración** : 8 meses (enero 97-septiembre 97)  
**Financiamiento** : Petrox S.A.  
**Coordinador** : Bioq. Hernán Cid

(41) "Optimización de Calidad Ambiental de Combustibles y Unidades de tratamiento asociadas"

**Descripción** : Se elaboró una Declaración de Impacto Ambiental para el Proyecto Optimización de Calidad Ambiental de Combustibles y Unidades de Tratamiento asociadas. El objetivo de este estudio fue reconocer que con este proyecto no se modifica la esencia de lo que es hoy la empresa proponente.  
**Duración** : 5 meses (marzo 97- agosto 97)  
**Financiamiento** : Petrox S.A.  
**Monto** : \$ 7.000.000.-  
**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(42) Asesoría al "Estudio de Impacto Ambiental Estero Huito"

**Descripción** : Este estudio involucró aspectos dinámicos de la columna de agua (correntometría euleriana y lagrangiana), mediciones de vientos, estudios de dispersión y ecología bentónica.  
**Duración** : 4 meses (febrero 97-junio 97)  
**Monto** : UF 390,5-  
**Financiamiento** : Fundación Chile  
**Coordinador** : M. Sc. Marcus Sobarzo

(43) "Plan de Seguimiento Ambiental y Programa de Siembra de Peces de la Central Rucue".

**Descripción** : Se realizó un Programa de Siembra que permitiera mantener la riqueza específica, abundancias y diversidad de la fauna de peces de los ríos Laja y Rucue.

**Duración** : 5 años (mayo 1997-mayo 2002)

**Monto** : \$ 62.332.000.-

**Financiamiento** : Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.

**Coordinador** : Dr. Evelyn Habit

(44) "Estudio de Impacto Ambiental del Plan Regulador de la Comuna de Talcahuano".

**Descripción** : Estudio para elaborar un plan regulador comunal de Talcahuano. Se consideraron aspectos demográficos y sociales, crecimiento urbano, ocupación del espacio, uso del suelo.

**Duración** : 6 meses (marzo-septiembre 1997)  
40 días (12 noviembre 98-22 diciembre 1998)

**Monto** : \$ 28.400.000.-  
\$ 6.200.000.-

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Talcahuano

**Coordinador** : Dr. © M. Dolores Muñoz y Dr. Gerardo Azócar

(45) "Estudio de Línea de Base Itata"

**Descripción** : Se determinó el estado actual del sistema fluvial que se utilizará como fuente de captación y cuerpo receptor de vertidos industriales, en cuanto a la calidad del agua, sedimentos y biota acuática.

**Duración** : 10 meses (junio97-abril 1998)

**Monto** : UF 5.878,8,-

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Coordinador** : Dr. Claudio Zaror

(46) "Elaboración de Programas de Capacitación en Industrias Limpias y Medio Ambiente para la pequeña y mediana industria de la VIII y IX Regiones"

**Descripción** : Se elaboró un programa de capacitación en problemas ambientales para la mediana y pequeña industria de la VIII y IX Regiones de Chile. Se capacitó al personal directivo, profesional, técnico y de operaciones en las formas de prevención, control y regulación de gestión de los procesos productivos.

**Duración** : 1 año (junio 97- junio 98)

**Monto** : \$ 16.518.096.-

**Financiamiento** : Fundación Francisco Largo Caballero

**Coordinador** : Dr. Eduardo Tarifeño

(47) "Programa de Diplomado Anual en Análisis y Gestión del Medio Ambiente"

**Descripción** : Se desarrolló un Programa Anual de Diplomado en Gestión y Análisis del Medio Ambiente en la ciudad de Lota para 18 alumnos que provienen de ENACAR, Municipalidad de Lota y CONAMA VIII Región. La capacitación consistió en la aplicación de conocimientos y de técnicas por parte de los participantes en el manejo del Medio Ambiente.

**Duración** : 1997

**Monto** : \$ 3.500.000.-

**Financiamiento** : Fundación Francisco Largo Caballero

**Coordinador** : M. Sc. Mireya Abarzúa

(48) "Manual de Educación Ambiental"

**Descripción** : Elaboración de un Manual de Educación Ambiental para profesores de la VIII Región.

**Duración** : 2 meses

**Monto** : \$ 3.500.000.-

**Financiamiento** : Fundación Francisco Largo Caballero

**Coordinador** : Dr. Eduardo Tarifeño

(49) "Curso de Gestión de las Aguas Servidas"

**Descripción** : Curso de capacitación para funcionarios de municipalidades y de servicios de salud en gestión de las aguas servidas.  
**Duración** : 7-11 Julio 1997  
**Monto** : \$ 1.486.400.-  
**Financiamiento** : Corema Biobío  
**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(50) "Curso de Residuos Sólidos Domésticos"

**Descripción** : Curso de capacitación para funcionarios de municipalidades y de servicios de salud en manejo de residuos domésticos.  
**Duración** : 7-11 Julio 1997  
**Monto** : \$ 2.444.400  
**Financiamiento** : Corema Biobío.-  
**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(51) "Diagnóstico de la calidad del Río Damas X Región, Lineamientos para un Plan de Prevención y/o Descontaminación".

**Descripción** : Se generó un diagnóstico de la calidad de las aguas del río Damas y de los principales emisores de contaminantes que permitiera un soporte técnico-científico.  
**Duración** : 10 meses (agosto 97-junio 98)  
**Monto** : \$ 50.000.000.-  
**Financiamiento** : CONAMA  
**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(52) "Estudio de Línea Base Proyecto GASSUR"

**Descripción** : Se proporcionó el soporte técnico multidisciplinario al Consorcio GASSUR S.A., que le permitiera a la empresa enfrentar adecuadamente la gestión del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto GASSUR.  
**Duración** : 1 mes (agosto 97)  
**Monto** : UF 370.-  
**Financiamiento** : Gasoducto Gas Sur S.A.  
**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(53) "Curso de Especialización para funcionarios públicos en "Tratamiento de Residuos Sólidos y Líquidos"

**Descripción** : El objetivo general de este curso fue fortalecer las competencias técnico-profesionales ambientales de los funcionarios de CONAMA y otros servicios públicos en el tratamiento de los residuos sólidos y líquidos. Este curso se dictó en las regiones: I, II, III, RM, VII, IX, X, XII.  
**Duración** : 25 días (octubre 97)  
**Monto** : \$ 16.792.900.-  
**Financiamiento** : CONAMA  
**Coordinador** : Prof. Faruk Alay

(54) "Curso de Especialización para funcionarios públicos en "Manejo del Recurso Hídrico"

**Descripción** : El objetivo general de este curso fue fortalecer las competencias técnico-profesionales ambientales de los funcionarios de CONAMA y otros servicios públicos en manejo de los cuerpos acuáticos.  
**Duración** : 25 días (octubre 97)  
**Monto** : \$ 19.446.000.-  
**Financiamiento** : CONAMA  
**Coordinador** : Prof. Faruk Alay

(55) "Estudio de Línea Base Proyecto Central Hidroeléctrica Tucapel"

**Descripción** : Este estudio constó de dos parte: La primera correspondió al Estudio de línea de base de la Central Hidroeléctrica Tucapel y la segunda, a la fase de Asesoría Ambiental. Este último consistió en supervisar el desarrollo y elaboración del Estudio de Impacto Ambiental de la Central Hidroeléctrica Tucapel.

**Duración** : 6 meses (nov.97-abr.98)

**Monto** : UF 2.736.-

**Financiamiento** : Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.

**Coordinador** : Ing. Pedro Pedreros

(56) "Análisis del Cumplimiento de la Resolución de Clasificación Ambiental de Proyectos sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental."

**Descripción** : Correspondió a un Programa Piloto de Seguimiento implementado por CONAMA que contempló una serie de componentes entre los que se encuentra el denominado "Introducción de las Evaluaciones de Impacto Ambiental en los Proyectos de Inversión del Sector Público y Privado". Dentro de las actividades insertas en el componente señalado se consideraron actividades de apoyo técnico para la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos y/o Actividades, a objeto de reforzar las capacidades del Estado en ese aspecto. En el marco de esta actividad, el análisis versó sobre los siguientes proyectos:

- I Segundo Tren de Metanol de la XII Región
- II Planta Integrada de Productos TISSUE
- III Gasoducto Gasandes

**Duración** : 2 meses (1º marzo-1º Mayo de 1998)

**Monto** : \$ 27.614.700.- (I: \$6.947.700, II: \$10.667.000 y III: \$ 10.000.000.-)

**Financiamiento** : CONAMA

**Coordinador** : Ing. P. Pedreros, Ing. F. Márquez, Ing. D. Merino

(57) "Análisis de Vulnerabilidad y Adaptación en Zonas Costeras y Recursos Pesqueros"

**Descripción** : Se evaluaron los impactos y la adaptación al cambio climático en las zonas costeras y recursos pesqueros de una manera científica, mediante el uso de modelos computacionales especialmente adecuados a este efecto y se proveyó de un método de análisis que permitiera a los tomadores de decisión escoger de entre un conjunto de opciones de adaptación.

**Duración** : 1 año (1º Marzo 1998-28 Febrero 1999)

**Monto** : \$ 18.034.000.-

**Financiamiento** : CONAMA

**Coordinador** : M.Sc. Rosa Aguilera

(58) "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Complejo Forestal Industrial ITATA."

**Descripción** : Se hizo un análisis de los aspectos ambientales del proyecto de Ingeniería, se estudió el área de influencia y la Línea Base, se hizo una identificación de los impactos ambientales, una predicción de situación con proyecto, una evaluación y calificación de los Impactos, una proposición de acciones de corrección, mitigación, prevención, contingencia del proyecto y Planes de Gestión Ambiental

**Duración** : 7 meses (1º abril - 1º noviembre 1998)

**Monto** : UF 5.411.-

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Coordinador** : Dr. Hernán Blanco y Dr. Evelyn Habit

(59) "Apoyo en la Evaluación de Impacto Ambiental, en el Análisis de Sistemas de Seguridad y en la Identificación de Situaciones de Riesgos Asociadas al Transporte, Recepción, Almacenamiento y Embarque de Ácidos Sulfúricos desde la División "El Teniente" de Codelco Chile VI Región, hasta el Puerto de San Antonio, V Región".

**Descripción** : Este asesoría consistió en apoyar a la CONAMA y a los servicios públicos competentes, en la Evaluación de Impacto Ambiental de los proyectos de transporte de ácido sulfúrico y de servicios de recepción, almacenamiento y embarque de ácido sulfúrico.

**Duración** : 25 días (22 abril 1998-17 de mayo 1998 )

**Monto** : \$ 8.537.337.-

**Financiamiento** : CONAMA

**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(60) "Participación de la comunidad en EIA Centro de Elaboración y Distribución de Cemento, VIII Región"

**Descripción** : Consistió en la asesoría y participación en el proceso de información a la comunidad respecto de los alcances del proyecto Centro de Elaboración y Distribución de Cemento

**Duración** : 3 meses

**Monto** : UF 605,0.-

**Financiamiento** : Cementos de Chile S.A.

**Coordinador** : Dr. Hernán Blanco

(61) "Asesoría de Centro EULA-Chile a EIA Proyecto "Centro de Elaboración y Distribución de Cemento" Cementos de Chile S.A."

**Descripción** : Asesoría en la preparación del documento de Evaluación de Impacto Ambiental que se presentará a la consideración de la CONAMA VIII Región.

**Duración** : 15 días

**Monto** : UF 212,0.-

**Financiamiento** : Cementos de Chile S.A.

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(62) "Instalación estación meteorológica en el sitio de ubicación del Centro de Elaboración y Distribución de Cemento"

**Descripción** : Consistió en la instalación de una estación meteorológica en el sitio donde se emplazaría el Centro de Elaboración y Distribución de Cemento de Coronel e incluyó los siguientes servicios: operación de la estación, control de las principales variables meteorológicas durante un año, recolección mensual de datos, procesamiento de los mismos y generación de informes semestrales con un análisis global de resultados.

**Duración** : 1 año

**Monto** : UF 312,2.-

**Financiamiento** : Cementos de Chile S.A.

**Coordinador** : Ing. Pedro Pedreros

(63) "Caracterización del área marina adyacente a la desembocadura del río Itata"

**Descripción** : Caracterización física, química y biológica del área marina adyacente a la desembocadura del río Itata.

**Duración** : 4 meses (1º Junio 1998-1º Octubre 1998)

**Monto** : UF 1.250.-

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución

**Coordinador** : Dr. Marcus Sobarzo, M. Sc. Adolfo Acuña

(64) "Evaluación ambiental del derrame de hidrocarburos en las proximidades del lago Lanalhue"

**Descripción** : El presente trabajo consistió en la identificación y caracterización ecológica de los sectores afectados por la depositación de hidrocarburos, monitoreo de físico y químico de la columna de agua, sedimento y biota del área afectada e identificación de acciones remediales y de seguimiento del proceso de recuperación

**Duración** : 1 mes (1998)

**Monto** : UF 837,5.-

**Financiamiento** : Petroleum S.A. (APEX)

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos

(65) "Estudio hidrodinámico asociado a Proyecto Poliducto Submarino GLP Bahía San Felipe -Pta. Valle: Estrecho de Magallanes, Pta. Arenas".

**Descripción** : Se caracterizó cuantitativamente la variabilidad espacial y temporal de la dinámica del sector del Estrecho de Magallanes, ubicado en Bahía Gregorio y Bahía Felipe, por medio de mediciones de corrientes por métodos eulerianos (4 puntos) y lagrangianos (2 sectores).

**Duración** : 4 meses (Septiembre 1998- Enero 1999)

**Monto** : UF 910.-

**Financiamiento** : Universidad de Magallanes

**Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña

(66) "Estudio y distribución de *Diplomystes nahuelbutensis* en la cuenca del río Laja"

**Descripción** : Este estudio tuvo por objetivo determinar si existen poblaciones de la especie *Diplomystes nahuelbutensis* en el tramo del río Laja aguas abajo del sector de Tucapel.

**Duración** : 1 mes (Junio 1998)

**Monto** : \$ 2.500.000.-

**Financiamiento** : Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.

**Coordinador** : Dr. Evelyn Habbit

(67) "Estudio de Impacto Ambiental del Plan Regulador Comunal de San Pedro de la Paz"

**Descripción** : La realización del EIA se basó en el anteproyecto del Plan Regulador Comunal de San Pedro y se consideraron todas aquellas acciones del PRSPP que podrían tener efectos ambientales relevantes, en función de la escala del proyecto, tanto para las etapas de construcción, operación y abandono del proyecto.

**Duración** : 6 meses (Octubre 1998-Abril 1999)

**Monto** : \$ 11.000.000.-

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz

**Coordinador** : Arq. Dolores Muñoz

(68) "Curso de Perfeccionamiento en Educación Ambiental para docentes de la Región del Biobío"

**Descripción** : Es un curso de perfeccionamiento en la temática ambiental para docentes de la Región del Biobío

**Duración** : 45 días cada curso (Agosto 1998-Diciembre 1998)

**Monto** : \$ 2.980.000.-

**Financiamiento** : C.O.N.A.M.A.

**Coordinador** : M.Sc. A.M. Vliegthart

(69) "La Educación Ambiental y la Reforma Educativa"

**Descripción** : Es un curso de perfeccionamiento para 50 docentes de Educación General Básica y profesionales técnico/administrativo de la Comuna de Talcahuano en el mes de noviembre. Este curso fue dictado en el mes de Diciembre para profesores de la Comuna de Concepción.

**Duración** : 45 días cada curso (Noviembre 1998-Enero 1999)

**Monto** : \$ 2.800.000 c/u.-

**Financiamiento** : C.O.N.A.M.A.-D.A.E.M.

**Coordinador** : M.Sc. A.M. Vliegthart

(70) Plan de Monitoreo de la Calidad de Aguas"

**Descripción** : Consiste en el Monitoreo de la calidad de las aguas de la Laguna Grande San Pedro, de la Comuna de San Pedro de la Paz

**Duración** : 1 año (Octubre 1998-octubre 1999)

**Monto** : \$ 2.174.480.-

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz

**Coordinador** : Bioq. Hernán Cid

(71) "Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío". Fase II.

**Descripción** : Consiste en la renovación del Programa de Monitoreo del río Biobío que se ejecutó durante los 1994-1997.

**Duración** : 36 meses (Noviembre 1997 - Noviembre 2000)

**Monto** : UF 6.180.-

**Financiamiento** : EMPRESAS USUARIAS DEL RIO BIOBIO Y LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y Dr. Claudio Valdovinos

(72) "Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Recuperación de terrenos en la ribera norte del Biobío"

**Descripción** : Se realizó una evaluación ambiental del proyecto dividido en dos etapas: la primera consistió en el desarrollo de una evaluación preliminar de las diferentes alternativas del proyecto, con el fin de seleccionar la más adecuada desde el punto de vista ambiental, la segunda etapa implica que para la alternativa seleccionada se desarrolle un EIA.

**Duración** : 18 meses (Diciembre 1998-Agosto 2000)

**Monto** : UF 4.721.-

**Financiamiento** : Ministerio Obras Públicas

**Coordinador** : Ing. Pedro Pedreros, M. Sc. Dolores Muñoz

(73) "Optimización de Producción y Calidad Ambiental de Combustibles"

**Descripción** : El EIA se basó principalmente, en los estudios de línea base del área de influencia, elaborados por el Centro EULA, para los estudios de impacto ambiental que se desarrollaron para los proyectos Petropower, Hidrocracking y Petroquim S.A. Sin embargo, se consideró la realización de algunas actualizaciones, con el objeto de incorporar estudios específicos, mediciones e investigaciones realizadas durante los últimos 2 años (Meteorología, calidad del aire, calidad del agua, ruido, medio socioeconómico y calidad de vida, infraestructura de transporte).

**Duración** : 3 meses (Enero 1999-Abril 1999)

**Monto** : UF 1.860.-

**Financiamiento** : Petrox S.A.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra, Dr. Claudio Zaror

(74) "Catastro de propiedades en la ribera norte del río Biobío, ubicadas en el sector calle Cochrane-La Leonera-Chiguayante y Regulación de propiedades fiscales no inscritas"

**Descripción** : El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una investigación que permitiera recopilar todos los antecedentes de las propiedades catastradas en el área de trabajo, en relación con la ribera norte del río Biobío y el trazado de la Avenida Troncal propuesta en el proyecto.

**Duración** : 3 meses (Marzo 1999-Junio 1999)

**Monto** : \$ 16.000.000.-

**Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas

**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(75) "Estudio Legal de la Propiedad sector Alto Biobío"

**Descripción** : Levantamiento catastral de la propiedad en el área de Desarrollo Indígena del sector Alto Biobío, localizada en las comunas de Santa Bárbara y Quilaco en la Provincia y Región del Biobío, que permitiera satisfacer las necesidades actuales de información, establecer el dominio y posesión del titular de cada una de las propiedades catastradas con sus respectivas superficies y deslindes, en un área aproximada de 230.000 hectáreas y reunir la información necesaria para una mejor administración de la propiedad fiscal existente.

**Duración** : 13 meses (Agosto 1999-Septiembre 2000)

**Monto** : \$ 66.850.000.-

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(76) "Programa de Vigilancia Ambiental del Efluente de dos empresas que descargan en la Bahía de San Vicente, Lenga (Petrodow, Occidental)"

**Descripción** : Los objetivos de la asesoría fueron a) determinar los cambios en la calidad del agua producidos por un efluente de las empresas químicas (Petrodow y Occidental Chemical Co) que descargan en la Bahía de San Vicente a lo largo de un ciclo anual y b) determinar los efectos tóxicos del efluente sobre distintos organismos indicadores representantes del ecosistema marino.

**Duración** : 36 meses (Octubre 98-a la fecha)

**Financiamiento** : Petrodow-Occidental Chile

**Monto** : UF 450.-

**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(77) "Modelo de Decaimiento Térmico en sector de descarga al río Biobío del efluente líquido de Planta Industrial Laja"

**Descripción** : El objetivo del estudio fue estudiar la influencia termal del efluente industrial de CMPC sobre el curso principal del río, poniendo énfasis en la incorporación de una definición que permita utilizar la capacidad de asimilación térmica del ecosistema fluvial.

**Duración** : 1 año (Junio 99-Junio 2000)

**Financiamiento** : CMPC Celulosa S.A.

**Monto** : UF 438,9.-

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos

(78) Auditoría Ambiental: Apoyo en la revisión y evaluación de los Estudios de Impacto Ambiental de los proyectos: Aumento de potencia de generación y uso de Petcoke y carbón en la Unidades I y II - Central Termoeléctrica Mejillones Edelnor y Aumento de la potencia de generación y uso de mezcla de Petcoke y carbón - Central Termoeléctrica Nueva Tocopilla Norgener y Proyecto Guacolda de III Región: Consideración de los aspectos relacionados con la utilización de los sustancia petcoke como combustible".

**Descripción** : El objetivo fue revisar y analizar el EIA del proyecto aumento de potencia de generación y uso de Petcoke y carbón en la Unidades I y II Central Termoeléctrica Mejillones-Nueva Tocopilla y Guacolda.

**Duración** : Agosto a Septiembre 1999

**Financiamiento** : CONAMA

**Monto** : \$ 6.172.000.-

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra, Ing. Ricardo Soto

(79) "Programa de Formación de Docentes Monitores y Educación Ambiental en la Región del Biobío"

**Descripción** : Implementación de un Programa de Formación de Docentes Monitores y apoyo en la realización de un curso de perfeccionamiento para 50 docentes de la región del Biobío

**Duración** : 5 meses (17 Julio 99-17 Diciembre 99)

**Financiamiento** : CONAMA

**Monto** : \$ 3.000.000.-

**Coordinador** : M.Sc. A.M. Vliegenthart

(80) "Programa de Formación de Docentes Monitores y Educación Ambiental, Comuna de Talcahuano"

**Descripción** : El objetivo del curso fue contribuir al perfeccionamiento docente, permitiendo un mejoramiento de la práctica educativa a partir del desarrollo e implementación de la educación ambiental en los docentes de la comuna de Talcahuano.

**Duración** : Septiembre 1999-enero 2000

**Financiamiento** : CONAMA

**Monto** : \$ 3.000.000.-

**Coordinador** : M.Sc. A.M. Vliegenthart

(81) "Texto de consultas ambientales para la Educación Media, Región del Biobío"

**Descripción** : Consistió en la elaboración de textos de consulta ambientales para los docentes de Educación Media.

**Duración** : Agosto 99-marzo 2000

**Financiamiento** : CONAMA

**Monto** : \$ 3.000.000.-

**Coordinador** : M.Sc. A.M. Vliegenthart

(82) "Gestión de Espacios Públicos y participación Ciudadana"

**Descripción** : Proyecto licitado por el Fondo de las Américas y ejecutado por el Consorcio Casa de la Paz, Corporación Sur y el Centro EULA-Chile. Su objetivo fue promover un proceso de sensibilización, debate y articulación entre los principales actores involucrados en el tema de espacios públicos, ciudadanía y habitat sustentable y generación de políticas regionales y nacionales sobre el tema.

**Duración** : Septiembre-Noviembre 1999

**Financiamiento** : Casa de la Paz

**Monto** : \$ 3.000.000.-

**Coordinador** : Dr. E. Tarifeño, M. Sc. Karina Paredes, Arq. C. King

(83) "Proyecto SAG: Reducción de los niveles de contaminación de suelos y aguas de riego. Desarrollo de una metodología para la evaluación y mitigación de la contaminación de aguas de suelo: aplicación a la cuenca del río Chillán".

**Descripción** : Se evaluó los niveles de contaminación del agua y suelo en la cuenca del río Chillán y se determinó sus impactos sobre la actividad agropecuaria a través de la modelación ambiental. Se definieron las medidas de prevención, control y mitigación que permitieran disminuir los niveles de contaminación de los recursos hídricos y del suelo utilizados en la producción agropecuaria en la cuenca del río Chillán.

**Duración** : 1º Agosto 99- 1º Octubre 2001

**Financiamiento** : Servicio Agrícola y Ganadero (S.A.G.)

**Monto** : \$ 148.550.000.-

**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(84) "Determinación del caudal mínimo ecológico del proyecto hidroeléctrico Quilleco en el río Laja, considerando variables asociadas a la biodiversidad y disponibilidad de hábitat."

**Descripción** : Determinación del caudal mínimo ecológico en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Quilleco, utilizando indicadores comunitarios (biodiversidad y disponibilidad de hábitat) del ecosistema fluvial, sobre la base de observaciones y del análisis empírico de los efectos del actual caudal mínimo ecológico existente en el área de influencia de la Central Rucue.

**Duración** : 6 meses (Noviembre 1999-Mayo 2000)

**Financiamiento** : Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.

**Monto** : UF 780,0,-

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(85) "Evaluación de Impacto Ambiental del Proyecto de Construcción y operación de Terminales Marítimos de Bahía San Vicente"

**Descripción** : El objetivo del estudio fue evaluar el impacto que tendría sobre los componentes de los sistemas físico, biótico y humano, la construcción y operación, en bahía de San Vicente, de dos terminales petroleros de Petrox S.A.

**Duración** : Diciembre 1999-Abril 2000

**Financiamiento** : Petrox S.A.

**Monto** : UF 2578,6,-

**Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña

(86) "Monitoreo de la Contaminación en la columna de agua y en los sedimentos del fondo de la Bahía de San Vicente"

**Descripción** : Los objetivos del presente estudio fueron caracterizar los aspectos físico-químicos de la columna de agua superficial, determinar las estructuras de las comunidades bentónicas de los fondos blandos submareales y caracterizar los sedimentos de la Bahía de San Vicente.

**Duración** : 9 semanas (noviembre 1999-enero2000)

**Financiamiento** : CONAMA

**Monto** : UF 353,03,-

**Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña

(87) "Estudio Oceanográfico en el Canal de Chacao"

**Descripción** : Se hizo un estudio de correntometría euleriano con dos correntómetros de registro continuo durante 30 días, un estudio lagrangiano en períodos de sicigia y cuadratura en el mismo mes de la medición euleriana, medición de vientos simultánea a la medición de corrientes, un estudio con trazadores considerando llenantes y vaciantes y un estudio granulométrico y de ecología bentónica en 6 estaciones y una de control.

**Duración** : Diciembre 1999-Enero 2000

**Financiamiento** : Empresa de Integración Ambiental

**Monto** : UF 452,-

**Coordinador** : Dr. Marcus Sobarzo

(88) "Monitoreo y caracterización meteorológica de la comuna de Talcahuano"

**Descripción** : Se realizó un monitoreo meteorológico de superficie en la comuna de Talcahuano, que involucró la recopilación de información durante un período de tres años, particularmente de aquellos parámetros de mayor relevancia como: viento, temperatura, humedad, radiación y precipitación. En base a esta información, y junto a series históricas proveniente de estaciones meteorológicas que se encontraban operando en la comuna, se configuró una base de datos local, conteniendo todos los elementos de validación de los datos, de modo de tener una expresión numérica de la confiabilidad y limitaciones de la información. Posteriormente, tomando este producto como punto de partida, se evaluó la ocurrencia de eventos meteorológicos críticos que repercuten en la difusión y/o acumulación de los contaminantes en la comuna.

**Duración** : 3 años (Enero 2000-Abril 2003)

**Financiamiento** : CONAMA Región del Biobío

**Monto** : UF 820

**Coordinador** : Mg. Sc. Pedro Pedrero

(89) "Apoyo adicional en la revisión y Evaluación del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto "Central Termoeléctrica Guacolda, III Región: Consideración de los aspectos relacionados con la utilización de la sustancia Petcoke como combustible".

**Descripción** : Continuación proyecto EIA Central Termoeléctrica Guacolda, III Región.

**Duración** : 28 febrero - 28 junio 2000

**Financiamiento** : Comisión Nacional de Medio Ambiente

**Monto** : \$ 2.480.000.-

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra B.

(90) "Campaña de Monitoreo de los Emisarios Submarinos de Penco-Lirquén, Tomé y Coronel"

**Descripción** : Se realizó un control Anual de los emisarios submarinos de las comunas de Penco, Tomé y Coronel, analizándose algunos parámetros físico-químicos (Grasas y Aceites, Fósforo total, Nitrógeno Total, Nitrógeno amoniacal, pH, SAAM, Temperatura, DBO5 y Sólidos Suspendidos Totales) y microbiológicos. Se estudió además, la macrofauna bentónica de fondos blandos sublitorales, el contenido de materia orgánica y se hizo un análisis granulométrico.

**Duración** : 45 días (Junio-Julio 2000)

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío S.A.

**Monto** : UF 382,82

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(91) "Programa de Vigilancia del área del cuerpo receptor potencialmente afectado por el efluente de la empresa Alimar S.A."

**Descripción** : P.V.A. del efluente de empresa Alimar S.A.

**Duración** : 1 año (julio 2000-julio 2001)

**Financiamiento** : Alimentos marinos S.A.

**Monto** : UF 249,48

**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra R.

(92) "Asesoría Ambiental y de Recursos Hídricos para la Participación Estratégica de Essbio S.A."

**Descripción** : Asesoría a empresa ESSBIO S.A. en el tema ambiental y de recursos hídricos.

**Duración** : 03 Julio-31 Agosto 2000

**Financiamiento** : Empresa Servicios Sanitarios del Biobío

**Monto** : UF 450

**Coordinador** : Dr. Andrés López A.

(93) "Propuesta de Proyecto Diagnóstico Nacional de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPS), Etapa II, 2000"

**Descripción** : Elaboración de un perfil nacional de los Contaminantes Orgánicos Persistentes, que incluyó la elaboración de un catastro de fuentes y un perfil nacional de los PCBs. Establecimiento de un procedimiento estandarizado para la elaboración de un catastro de fuentes, muestreo, análisis químico y elaboración de un perfil de las sustancias químicas y sus residuos en el ambiente.

**Duración** : Agosto 2000-Febrero 2001

**Financiamiento** : Comisión Nacional del Ambiente, CONAMA

**Monto** : \$ 22.000.000.-

**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(94) "Revisión Proyecto de Sistema de Neutralización y Depuración de Residuos Industriales Líquidos de Pesquera Río Lebu Ltda. Ubicada en calle Rivera Río S/N, Comuna de Lebu".

**Descripción** : Asesoría que consistió en una revisión exhaustiva del Proyecto de Sistema de Neutralización y Depuración de Residuos Industriales Líquidos de Pesquera Río Lebu Ltda y de los documentos relacionados con el proyecto.

**Duración** : 30 días (9 agosto 2000-9 septiembre 2000)

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío S.A.

**Monto** : UF 26,0

**Coordinador** : Dra. Gladys Vidal

(95) "Estudio de Asesoría Técnica del "Proyecto C.I.T.A. CURACO ALTO, HERA BIOBÍO S.A."

**Descripción** : Revisión exhaustiva del Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto C.I.T.A. Curaco Alto, Hera Biobío S.A. y de los documentos relacionados, tales como informes técnicos elaborados por la CONAMA, informes técnicos de otras autoridades competentes y las observaciones de la comunidad, de modo, que la municipalidad dispusiera de un análisis crítico y objetivo del proyecto y sus implicancias ambientales.

**Duración** : 10 días (31 agosto 2000-10 septiembre 2000)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Tomé

**Monto** : \$ 1.800.000.-

**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(96) "Implementación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la alerta de crecidas en el río Biobío"

**Descripción** : Implementación de un sistema computacional que recibe la información hidrológica en tiempo real, que realice la predicción de los niveles en la estación Biobío en Desembocadura del río y que proponga medidas de emergencia para los distintos sectores.

**Duración** : Noviembre 2000- Febrero 2002

**Financiamiento** : Fondo Innovación del Ministerio de Obras Públicas

**Monto** : \$ 39.910.500

**Coordinador** : Dr. Andrés López

(97) "Flujo de material Orgánico asociado al Canal El Morro"

**Descripción** : El objetivo del estudio fue analizar la calidad del agua superficial en términos de parámetros físico-químicos y microbiológicos seleccionados, con el fin de determinar si existe entrada de contaminantes al sector interno del Canal El Morro"

**Duración** : 4 meses (septiembre 2000- enero 2001)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Talcahuano

**Monto** : UF 167,5

**Coordinador** : M. Sc. Ricardo Figueroa

(98) "Estudio Oceanográfico y de comunidades biológicas y sedimento del Canal Caicaén en la Comuna de Calbuco"

**Descripción** : Estudio oceanográfico (correntometría) y de comunidades biológicas y sedimento del Canal Caicaén

**Duración** : 2 meses (11 Septiembre 2000-22 noviembre 2000)

**Monto** : \$ 8.845.304

**Coordinador** : Dr. Marcus Sobarzo

(99) "Caracterización de los Residuos Sólidos Urbanos de la Comuna de Talcahuano de acuerdo a su sector de origen"

**Descripción** : El objetivo del presente estudio fue caracterizar los Residuos Sólidos de la Comuna de Talcahuano de acuerdo a su lugar o sector de origen, de tal forma que los resultados permitieran orientar soluciones diferentes para diferentes sectores funcionales, así poder implementar alternativas de manejo de residuos más eficientes.

**Duración** : 6 semanas (15 Junio-05 Diciembre 2000)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Talcahuano

**Monto** : UF 94

**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(100) "Estudio de Impacto Ambiental de Fuga de Hidrocarburos de la Refinería Petrox S.A. en el Sistema río Biobío"

**Descripción** :

**Duración** : 45 días (15 Diciembre 2000-31 Enero 2001)

**Financiamiento** : Petrox S.A.

**Monto** : UF 572,0

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos Z.

(101) "Estudio Paleoclimatológicos realizados en la II Región, Norte de Chile"

**Descripción** : Revisión bibliográfica a través de revistas, congresos de corriente principal, tanto en Chile como en el extranjero, Consultas a través de internet y a investigadores involucrados en el área de la paleoclimatología.

**Duración** : 1 mes (Diciembre 2000)

**Financiamiento** : Empresa Minera La Escondida

**Monto** : U\$ 1.600

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos Z.

(102) "Diagnóstico de litigios de tierras indígenas originados en las asignaciones y reasignaciones de tierras hechas entre los años 1960 y 1980 en la Región del Biobío"

**Descripción** : El objetivo del presente estudio fue generar la información sobre el número, tamaño, implicancias y cursos de acción para la solución de los conflictos de tierras indígenas originados en la reasignaciones de tierras ocurridas entre los años 60 y 80 en la región del Biobío, cuyo origen sea la Reforma Agraria.

**Duración** : 26 diciembre 2000-26 marzo 2001

**Financiamiento** : Corporación de Desarrollo Indígena

**Monto** : \$ 15.000.000.-

**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(103) "Curso: Evaluación Ambiental de Instrumentos de Planificación Urbana y Territorial".

**Descripción** : Curso de capacitación para funcionarios de la Ilustre Municipalidad de Temuco

**Duración** : 80 horas (17-31 Enero 2001)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Temuco

**Monto** :

**Coordinador** : Dr. O. Parra

(104) "Estudio de Viabilidad Ambiental de Proyecto Inmobiliario Sector Carriel Sur, Ciudad Satélite"

**Duración** : 2 meses (Mayo-Julio 2001)

**Financiamiento** : Inversiones VALMAR

**Monto** : UF 586.-

**Coordinador** : Arq. Claudia King

(105) "Plan de Manejo Preliminar Ruta Interportuaria Penco-Talcahuano"

**Descripción** : Se definió el contexto ambiental general del proyecto, las medidas mitigantes, de restauración y compensación en base a la información existente del sector donde se emplazará el proyecto y sus costos, se definió también las posibles medidas adicionales que pueden ser pertinentes en el EIA.

**Duración** : 45 días (junio- julio 2001)

**Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas

**Monto** : UF 1102,6

**Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña

(106) "DIA Proyecto Reemplazo Cañería Oleoducto Talcahuano-San Fernando Tramo Refinería Cosmito"

**Descripción** : Se analizaron los antecedentes técnicos de las actividades involucradas, a través de la información proporcionada por Petrox S.A., de modo de identificar las acciones del proyecto que tienen relevancia para la evaluación de impacto ambiental.

**Duración** : Junio 2001-Agosto 2001

**Financiamiento** : Petrox S.A.

**Monto** : UF 525

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(107) "Diagnóstico para la instalación de una planta de tratamiento de riles en la Pesquera Aguas Claras S.A. y Unichile S.A."

**Descripción** : Los objetivos del proyecto fueron: Identificar y evaluar las condiciones de generación de riles, de acuerdo a información entregada por la empresa Aguas Claras S.A. y visita en terreno de las instalaciones; evaluar las características físico-químicas del efluente final; evaluar las alternativas de emisión final del ril de acuerdo a la legislación vigente y que entrará en vigencia a corto plazo; evaluar y seleccionar la tecnología más apropiada para el tratamiento del efluente final, según antecedentes recopilados; Estimación de costos de las alternativas seleccionadas.

**Duración** : 5 semanas (Mayo-Junio 2001)

**Financiamiento** : Pesqueras Aguas Claras S.A. y Unichile S.A.

**Monto** : UF 200.-

**Coordinador** : Dr. Gladys Vidal

(108) "Estudio de la capacidad predictiva de modelos de dispersión atmosférica"

**Descripción** : Establecer un criterio uniforme para la aplicación y validación de modelos de dispersión atmosférica, que permita seleccionar el o los modelos adecuados para predecir la calidad del aire en distintas zonas del país.

**Duración** : 3 años (1º Julio 2000-1º Julio 2003)

**Financiamiento** : Petrox S.A.

**Monto** : UF 1.296.-

**Coordinador** : Ing. Ricardo Soto

(109) "Mediciones de Batimetría en Isla de Chiloé"

**Descripción** : Se realizaron mediciones batimétricas en la Canal de Chacao, comuna de Calbuco

**Duración** : 8 semanas (Julio-Agosto)

**Financiamiento** : Universidad Católica de la Santísima Concepción

**Monto** : UF 175

**Coordinador** : Dr. Marcus Sobarzo

(110) Curso de Capacitación "Evaluación de impacto ambiental para profesionales del Servicio Agrícola y Ganadero"

**Descripción** : Curso de Capacitación para funcionarios del SAG

**Duración** : 30 horas (27-29 agosto 2001)

**Financiamiento** : Servicio Agrícola y Ganadero

**Monto** : \$ 2.000.000.-

**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(111) Seminario de Capacitación "Técnicas y Métodos para la elaboración de un Plan Regulador Comunal".

**Descripción** : Curso de Capacitación para funcionarios de la Ilustre Municipalidad de Temuco

**Duración** : 20 hrs. (30-31 agosto 2001)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Temuco.

**Monto** : \$ 1.500.000.-

**Coordinador** : Arq. M. D. Muñoz

(112) "Estudio de Impacto Ambiental Proyecto: Mejoramiento camino Patagual-Laurel-Colcura, camino Coronel-Laurel y ruta 160 y construcción by pass Lota"

**Descripción** : El presente estudio tuvo por finalidad realizar la línea base y la identificación de los impactos del proyecto mencionado.

**Duración** : Octubre 2001-Marzo 2002

**Financiamiento** : Empresa Camino de la Madera

**Monto** : UF 2.960.-

**Coordinador** : M. Sc. A. Acuña, Ing. T. Echaveguren

(113) "Perfeccionamiento de las Normas de Calidad de Aguas Superficiales Continentales y Marinas: Utilización de Especies Acuáticas Locales"

**Descripción** : Los objetivos de este estudio fueron: a) Análisis teórico de la información toxicológica local disponible, b) Generación de un listado de especies de ambientes acuáticos nacionales y potencialmente utilizables como indicadores biológicos de toxicidad, c) Definición de criterios de protección para la biota local, d) Priorización de contaminantes a ser evaluados con las especies seleccionadas, e) Proposición de bioensayos específicos de toxicidad, para ser utilizados en el mejoramiento de las normas de calidad para las aguas superficiales continentales y marinas, entregándose los costos y procedimiento a seguir.

**Duración** : 7 meses (Octubre 2001-Mayo 2002)

**Financiamiento** : Conama

**Monto** : \$ 17.700.000.-

**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(114) "Bases para Planificación y Ordenamiento del Territorio"

**Descripción** : Curso de Capacitación para profesionales del SERPLAC

**Duración** : 11 octubre 2001-18 octubre 2001

**Financiamiento** : Secretario Regional Ministerial de Planificación y Coordinación

**Monto** : \$ 1.300.000.-

**Coordinador** : Dr. M. D. Muñoz

(115) "Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío". Fase III.

**Descripción** : Consiste en la renovación del Programa de Monitoreo del río Biobío que se ejecutó durante los 1997-2000.

**Duración** : 84 meses (1º Enero 2001 - Enero 2008) 2009- a la fecha

**Monto** : UF 9.800.- UF 1.150 (2009- a la fecha)

**Financiamiento** : EMPRESAS USUARIAS DEL RIO BIOBIO Y LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION.

**Coordinador** : Dr. Oscar Parra y Dr. Claudio Valdovinos

(116) "Programa de Formación de Docentes Monitores y Fortalecimiento de la Educación Ambiental en la Gestión Municipal de la Región del Biobío"

**Descripción** : Curso de Capacitación para funcionarios públicos

**Duración** : 130 días (Noviembre 2001-Abril 2002)

**Financiamiento** : Conama

**Monto** : \$ 2.000.000.-

**Coordinador** : Dr. Eduardo Tarifeño

(117) "Ampliación y Sistematización de la Información Diagnóstica de los Litigios de Tierras Indígenas en la Región de la Araucanía, originados en el proceso de Reforma Agraria, entre los años 1960 y 1980. CONADI."

**Descripción** : El objetivo de este trabajo fue ampliar y sistematizar la información diagnóstica y cartográfica, respecto del número, tamaño, implicancias y cursos de acción para la resolución de los litigios de tierras indígenas originados en el proceso de Reforma Agraria en la Región de la Araucanía, entre los años 1960 y 1980. Se recopilaron, sistematizaron y analizaron los antecedentes jurídicos y cartográficos de los proyectos de asignación y reasignación de tierras en el período señalado. Se diseñó un Sistema de Información Geográfica (SIG) que da cuenta de la trayectoria de los proyectos de parcelación y las asignaciones de tierras a personas o comunidades indígenas. Se generó cartografía temática y se proponen líneas de acción para la resolución de los litigios de tierras.

**Duración** : 28 Noviembre 2001-28 marzo 2002

**Financiamiento** : Corporación de Desarrollo Indígena

**Monto** : \$ 20.500.000.-

**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(118) "Curso Arcview 3.2 para funcionarios del SAG, Antofagasta"

**Descripción** : Curso de Capacitación  
**Duración** : 50hrs (10-13 diciembre 2001)  
**Financiamiento** : Minera La Escondida  
**Monto** : \$ 2.500.000.-  
**Coordinador** : Ing. P.Debels y Ing. Claudia Vega

(119) "Programa de Vigilancia Ambiental para la Empresa Portuaria Talcahuano San Vicente".

**Descripción** : El objetivo de este Programa fue establecer un sistema particular de vigilancia y medición para el medio acuático en sus fases columna de agua y sedimentos. El Programa fue contrastado con el documento "Memoria Explicativa de la situación Ambiental de la Empresa Portuaria Talcahuano-San Vicente" y "Programa de Vigilancia Ambiental y Manual de Gestión Ambiental, año 2001". El estudio incluyó un análisis del grado de efectividad del Manual de Gestión Ambiental y adicionalmente se realizó una proposición del Procedimiento de Control y Disposición de Residuos Sólidos que genera el Puerto de Talcahuano. La propuesta contempló este Programa de Vigilancia Ambiental para el período estival e invernal 2002.

**Duración** : 22 Febrero 2002-22 Octubre 2002  
**Financiamiento** : Portuaria Talcahuano S.A.  
**Monto** : UF 897,75  
**Coordinador** : M. Sc. Marcus Sobarzo

(120) "Diagnóstico y zonificación del parque Metropolitano Nonguén"

**Descripción** : Los objetivos de este estudio fueron los siguientes: Sectorizar el Fundo, diferenciando las áreas que deben ser protegidas ambientalmente de aquellas en que pueden desarrollarse actividades distintas, definir el marco legal y mecanismos para la realización de inversiones y gestión privada al interior del Fundo Nonguén y proponer mecanismos de administración del predio, eficientes y factibles en ase a la legislación existente.

**Duración** : Marzo 2002-julio 2002  
**Financiamiento** : Secretaria Regional Ministerial de Bienes Nacionales  
**Monto** : \$ 20.000.000.-  
**Coordinador** : Arq. María Dolores Muñoz

(121) "Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Inmobiliario Los Altos de Curanilahue"

**Descripción** : El objetivo de esta DIA fue llevar a cabo los estudios requeridos para someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto de Loteo Habitacional de Propiedad de una empresa inmobiliaria a localizar en la Comuna de Curanilahue sector San José de Colico Sur.

**Duración** : Abril-Julio 2002  
**Financiamiento** : Femaval Inmobiliaria  
**Monto** : UF 195  
**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(122) "Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto Canal El Morro Etapa 2: Obras de Canalización"

- Descripción** : Los objetivos del presente estudio fueron desarrollar los alcances y contenidos de la Declaración de Impacto Ambiental para ser ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) conforme a los requisitos establecidos por la autoridad ambiental, el Reglamento del SEIA y a los Términos de Referencia entregados por el MOP. En aquellos aspectos donde no exista una normativa nacional, se utilizaron normativas internacionales, de EEUU o de la Unión Europea. Se propuso un Plan de Manejo Ambiental que incluye las medidas y acciones específicas para la prevención y minimización de impactos.
- Duración** : 60 días (Julio-Septiembre 2002)
- Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas
- Monto** : \$ 13.658.137
- Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña

(123) "Monitoreo de Algunos Componentes Ambientales durante la Fase de Construcción. Proyecto Valdivia"

- Descripción** : Se desarrolló un Plan de Monitoreo durante la fase de construcción del proyecto Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución S.A. Los alcances del Plan de Monitoreo se encontraban definidos en la Resolución Exenta N° 279/98 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la X Región de los Lagos, de fecha de 30 de Octubre de 1998 y en la Resolución Exenta N° 009/99 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de fecha 4 de febrero de 1999. Este estudio incluyó el monitoreo de los siguientes componentes ambientales: Calidad del agua del río Cruces, Calidad de sedimentos y comunidades biológicas.
- Duración** : 15 meses (31 Julio 2002-30 Octubre 2003)
- Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- Monto** : UF 1.583,07
- Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(124) "Evaluación del mejoramiento Ambiental de los cuerpos receptores de los efluentes urbanos de Los Angeles y Concepción-Chiguayante-Talcahuano por la operación de las nuevas plantas de tratamiento".

- Descripción** : El objetivo de este estudio fue determinar el efecto que generarían las nuevas plantas de Tratamiento de aguas servidas de Los Angeles y Concepción de la empresa ESSBIO S.A. sobre el ecosistema fluvial receptor. Para ello se determinaron las condiciones ambientales (Calidad de agua, sedimentos, tipo de sustratos y biota) de los cuerpos receptores previo a la operación de las nuevas plantas de tratamiento de aguas servidas, identificando indicadores físicos, químicos y biológicos. Se determinó el nivel de mejoramiento de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos una vez que estuvieran operando las plantas de tratamiento, mediante el análisis de la información histórica disponible en el Programa de Monitoreo del río Biobío (PMBB, estudio llevado a cabo por el Centro Eula-Chile desde el año 1994 a la fecha) y de la evolución de los indicadores ambientales seleccionados.
- Duración** : Agosto 2002-Mayo 2003
- Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío S.A.
- Monto** : UF 709
- Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(125) Asesoría "Gestión y Caracterización de los Riles de la planta Ecusa-Talcahuano"

- Descripción** : El objetivo de este estudio fue caracterizar los riles generados bajo distintas condiciones de proceso y evaluar alternativas para una posible gestión de efluentes en la planta ECUSA-Talcahuano.
- Duración** : 7 semanas (Agosto-Octubre 2002)
- Financiamiento** : Compañía de Cervecerías Unidas
- Monto** : UF 273.-
- Coordinador** : Dra. Gladys Vidal

(126) "Identificación de los Potenciales Efectos Ambientales derivados del vertimiento de Clorato de Sodio"

**Descripción** : El objetivo del presente estudio fue presentar a la Ilustre Municipalidad de Los Angeles a través del Sr. Francisco de Borja Urruticoechea, los aspectos técnicos involucrados en la elaboración de un estudio de daño ambiental producto de la colisión de 5 camiones de los cuales uno de ellos transportaba alrededor de 29.000 kg de Clorato de Sodio el día 11 de Junio del año 2002 en el km 484 de la Ruta 5 Sur. Esta colisión produjo una nube de humo y se cree pudo afectar el terreno, la vegetación y los animales en un área influenciada por esta nube.  
Se hizo un análisis general del problema, una caracterización ambiental del área y de los principales componentes ambientales afectados. Se estableció si los reactivos químicos originados en el accidente carretero antes señalado y que eventualmente pudieran encontrarse en el área, pudieran provocar efectos nocivos en la salud de la población

**Duración** : 15 días (septiembre 2002)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Los Angeles

**Monto** : UF 151

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(127) "Análisis de los efectos ambientales del efluente del Tranque de Relaves Carén de la División El Teniente sobre el Embalse Rapel"

**Descripción** : El objetivo general del presente estudio fue la evaluación ambiental del sistema hidrológico del embalse Rapel con el fin de establecer y distinguir las posibles relaciones causa-efecto entre las descargas de aguas claras del tranque de Relave Carén y otras actividades realizadas en el área de estudio, respecto del estado ambiental actual del embalse.  
Se hizo una recopilación y análisis de los estudios realizados a la fecha en el embalse Rapel y sus tributarios, por los diversos organismos públicos y privados.  
Se caracterizó el sistema natural (calidad de agua superficial y subterránea, usos del agua, hidrodinámica, sedimentos, caudales, ecotoxicología, comunidad planctónica) del embalse Rapel y sus tributarios.  
Caracterización del uso del suelo relacionado con los instrumentos de planificación vigente y proyectados y finalmente se hizo una Evaluación de Impacto Ambiental de los efluentes de aguas claras, provenientes del embalse Carén sobre el ecosistema del embalse Rapel.

**Duración** : 15 meses (Octubre 2002-Enero 2004)

**Financiamiento** : Codelco

**Monto** : \$ 93.619.040.-

**Coordinador** : Dr.R. Urrutia

(128) Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Loteo Habitacional DFL N°2 "Doña Francisca III de Villa Galilea"

**Descripción** : DIA Proyecto Loteo Habitacional DFL N°2 "Doña Francisca III de Villa Galilea"

**Duración** : 2002

**Financiamiento** : Galilea S.A. de Ingeniería y Construcción

**Monto** : \$ 1.500.000.-

**Coordinador** : Arq. C. King

(129) Declaración de Impacto Ambiental Proyecto Loteo Habitacional "Villa Fundadores de Puerto Montt

**Descripción** : DIA Proyecto Loteo Habitacional Villa Fundadores de Puerto Montt  
**Duración** : 2002  
**Financiamiento** : Galilea S.A. de Ingeniería y Construcción  
**Monto** : \$ 1.500.000.-  
**Coordinador** : Arq. C. King

(130) "Desarrollo de un Plan de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP's) en Chile. Inventario Nacional de Bifenilos Policlorados, PCB's"

**Descripción** : El objetivo fue elaborar un inventario nacional de PCB's, que permita elaborar una propuesta de Plan de Acción Nacional frente a los PCB's y que será incluido en el Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo, de acuerdo a los objetivos del Proyecto GEF/UNEP en curso "Desarrollo de un Plan de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes"  
**Duración** : Abril 2003-Febrero 2004  
**Financiamiento** : Conama  
**Monto** : U\$ 20.000  
**Coordinador** : Dr. R. Barra

(131) "DIA del Proyecto Planta de Compostaje de residuos orgánicos domiciliarios de la Municipalidad de Talcahuano"

**Descripción** : Se analizaron los aspectos técnicos de los procesos involucrados, a través de los antecedentes entregados por la I. Municipalidad de Talcahuano, de modo de identificar las acciones del proyecto que tiene n relevancia para la evaluación de impacto ambiental. De acuerdo a las acciones del proyecto y a los componentes ambientales, se realizó una identificación y predicción de los potenciales impactos ambientales del proyecto, con el fin de establecer que éste se ajustaba a las normas ambientales vigentes, y que no requería de un Estudio de Impacto Ambiental. Además, se analizó la eventual presentación de compromisos ambientales voluntarios y planes de seguimiento ambiental.  
**Duración** : Marzo-Junio 2003  
**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Talcahuano  
**Monto** : \$ 1.680.000.-  
**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(132) "Estudio de la biota acuática en el área de influencia de las emisiones líquidas de la actividad forestal industrial en el sistema fluvial del río Biobío"

**Descripción** : El objetivo general fue caracterizar la situación actual de la biota acuática utilizando indicadores comunitarios del ecosistema fluvial (biodiversidad y calidad de hábitat) e indicadores biológicos de calidad de agua (bioindicadores) en el área de influencia de los efluentes industriales forestales (EFI) del río Biobío.  
**Duración** : 9 meses (Marzo- Diciembre 2003)  
**Financiamiento** : CMPC Celulosa S.A. (Plantas Pacífico, Santa Fe, Laja)  
**Monto** : \$ 23.000.000.-  
**Coordinador** : Dra. Evelyn Habit

(133) "Caracterización de la calidad del agua, sedimentos y efluentes industriales (Pacífico, Santa Fe y CMPC Laja) en el área de influencia de las emisiones líquidas de la actividad forestal industrial en el Sistema fluvial del río Biobío"

**Descripción** : Los objetivos de este proyecto fueron: a) Caracterizar la calidad física, química y microbiológica del agua y sedimentos del tramo del río Biobío ubicado desde Negrete a Concepción, b) Caracterizar los efluentes industriales de las plantas Pacífico, Santa Fe y CMPC Laja, c) Determinar la influencia de los efluentes industriales en la calidad física, química y microbiológica del agua y sedimentos del tramo del río Biobío ubicado desde Negrete a Concepción

**Duración** : 9 meses (marzo a Diciembre 2003)  
**Financiamiento** : CMPC Celulosa S.A. (Plantas Pacífico, Santa Fe, Laja)  
**Monto** : \$ 50.000.000.-  
**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(134) "Estudio de Biomarcadores"

**Descripción** : Se efectuó un estudio específico sobre respuestas bioquímicas (biomarcadores), fisiológicas y celulares, medidas en peces, cuyo objetivo fue determinar los procesos de biodisponibilidad y exposición a través del uso de biomarcadores bioquímicos medidos en peces nativos e introducidos en el área de impacto de las industrias de celulosa que descargan en el río Biobío.

**Duración** : 9 meses (hasta Diciembre 2003)  
**Financiamiento** : CMPC Celulosa S.A. (Plantas Pacífico, Santa Fe, Laja)  
**Monto** : \$ 10.300.000.-  
**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(135) "Caracterización de los caudales en el río Biobío y en tres de sus principales tributarios"

**Descripción** : El objetivo fue evaluar en forma teórica diferentes alternativas de caudales, basándose en la información hidrológica disponible para determinar la distribución de los caudales en el río Biobío.  
**Duración** : 3 meses (Marzo- Mayo 2003)  
**Financiamiento** : CMPC Celulosa S.A. (Plantas Pacífico, Santa Fe, Laja)  
**Monto** : \$ 2.150.000.-  
**Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(136) "Programa de Vigilancia Ambiental en el área de vertimiento de Residuos Industriales Líquidos de Petrox S.A."

**Descripción** : Programa de Vigilancia Ambiental de los RILES de la empresa Petrox S.A.  
**Duración** : 1 año (enero 2003-enero 2004)  
**Financiamiento** : Petrox S.A.  
**Monto** : UF 164,75  
**Coordinador** : Dr. C. Valdovinos

(137) "Programa de Vigilancia Ambiental en el área de vertimiento de Residuos Industriales Líquidos de Inforsa"

**Descripción** : Programa de Vigilancia Ambiental de los RILES de la empresa Inforsa.  
**Duración** : 342 (marzo 2003-febrero 2004)  
**Financiamiento** : Industrias Forestales S.A.(Inforsa)  
**Coordinador** : Dr.

(138) "Contrato de Asesoría para expertos independientes (Elaboración de Material docente para profesores de la formación Técnico Profesional para la República de Argentina. Contratos 23/21-2002, 23/22-2002, 23/26-2002, 23/33-2002, 23/42-2003."

**Duración** : septiembre – diciembre 2003  
**Financiamiento** : Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica-GTZ  
**Monto** : \$ 92.314.000.- (Contrato 23/21-2002: 4.500.000.-, 23/22-2002: \$ 21.178.500.- 23/26-2002: 34.815.000.-, 23/33-2002: 20.850.000.-, 23/42-2003: 10.971.275.- (Total: \$ 145.353.090)  
**Coordinador** : Dr. Jorge Rojas

(139) "Programa de Vigilancia Ambiental Puerto Talcahuano –San Vicente, 2003"

**Descripción** : Este programa integra los mismos requerimientos establecidos para el programa del año 2002.  
**Duración** : 8 meses (Julio 2003-Marzo 2004)  
**Financiamiento** : Portuaria Talcahuano-San Vicente  
**Monto** : UF 664,05  
**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(140) "Monitoreo de Plaguicidas Forestal Los Lagos"

**Descripción** : Consistió en el muestreo y posterior análisis de Triazinas  
**Duración** : 1 mes (desde octubre 2003-octubre 2018)  
**Financiamiento** : Forestal Los Lagos  
**Monto** : UF 246,6 (por año)  
**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(141) "Establecimiento de un ordenamiento territorial orientado a la protección y uso sustentable del área del Cordón Cantillana"

**Descripción** : El presente estudio contempló a) la actualización y complementación de la Línea de Base que permita identificar y caracterización de los principales recursos naturales de la zona b) la elaboración de una propuesta de zonificación del área con miras a la creación y promoción de un área natural protegida compatible con el uso sustentable del territorio c) Elaboración de un plan de manejo d) la consulta y participación ciudadana y e) un análisis del marco jurídico vigente aplicable a la preservación, conservación y manejo recursos naturales, con el fin de establecer recomendaciones fundadas respecto de las categorías de manejo y de los mecanismos para su administración  
**Duración** : 150 días (Agosto-Diciembre 2003)  
**Financiamiento** : Conama Región Metropolitana  
**Monto** : \$ 28.681.000.-  
**Coordinador** : Ing Forestal Mauricio Aguayo

(142) "Determinar la calidad ambiental del material (suelo) que debe ser removido donde se emplazará la Planta de Almacenamiento de Abastible"

**Descripción** : El nombre del estudio revela el trabajo realizado  
**Duración** : 1 mes (2004)  
**Financiamiento** : Abastible S.A.  
**Monto** : UF 263  
**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(143) "Evaluación Técnico-Económica de las Capacidades Analíticas de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en Chile"

**Descripción** : El objetivo general del estudio fue determinar la viabilidad técnica, económica y financiera de implementar un laboratorio en Chile para el análisis de los Contaminantes Orgánicos Persistentes incluidos en el Convenio de Estocolmo. Para cumplir con este objetivo se diagnosticó a nivel nacional el estado del arte de las capacidades analíticas de COP´s, y se desarrolló una propuesta de implementación de un laboratorio (s) de COP´s en Chile, evaluando su factibilidad técnica y económica.

**Duración** : Mayo-Agosto 2004

**Financiamiento** : PNUD-Conama

**Monto** : US\$ 13.500

**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(144) "Programa de Vigilancia Ambiental Canal El Morro Etapa 2: Obras de Canalización (Fase Construcción)"

**Descripción** : Se monitoreó tres áreas del sistema canal El Morro: sector marino adyacente a la desembocadura del canal El Morro, Porción estuarina del Canal El Morro (agua y sedimento) y sector terrestre del humedal. El muestreo entregó información sobre los eventuales cambios experimentados por el sistema marino debido a las acciones de remoción de sedimentos contempladas, la vigilancia se centró en las características físico-químicas de la columna de agua y los aspectos físico-químicos y biológicos (macrofauna) de los sedimentos.

**Duración** : 1 año (Junio 2003-Junio 2004)

**Financiamiento** : Empresa Constructora Contex Ltda.

**Monto** : UF 1247

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(145) "Declaración de Impacto Ambiental para un botadero terrestre y dragado de 15 m3 de material proveniente del sitio 1, área de maniobras y canal de acceso al Puerto Talcahuano".

**Descripción** : Elaboración de DIA del Dragado del canal ISO del sitio 1 de la Portuaria Talcahuano-San Vicente para su correspondiente calificación por parte de la autoridad ambiental respectiva, de acuerdo a la legislación vigente

**Duración** : (30 días) Agosto-septiembre 2003  
Empresa Portuaria Talcahuano-San Vicente.

**Monto** : UF 362,84

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(146) "Declaración de Impacto Ambiental de una Planta de Transformación de Residuos Sólidos Orgánicos"

**Descripción** : El objetivo de este estudio fue: a) Efectuar una caracterización ambiental del área, de acuerdo a los componentes ambientales b) Realizar una identificación y predicción de los potenciales impactos ambientales del proyecto, con el fin de establecer que éste se ajuste a las normas ambientales vigentes y que no requiere de la presentación de un Estudio de Impacto Ambiental c) Efectuar un análisis de posibles compromisos ambientales voluntarios y Planes de Seguimientos Ambientales d) Efectuar un análisis de los impactos en la etapa de construcción, operación y abandono con sus respectivas amortiguaciones de acuerdo a la legislación vigente.

**Duración** : 35 días (desde 25 noviembre 2003)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Talcahuano

**Monto** : \$ 1.757.000.-

**Coordinador** : Ing. Susana Rivera

(147) "Estudio de Impacto Ambiental del Medio Acuático-Infraestructura para la conectividad del transporte terrestre marítimo en la X Región"

**Descripción** : Se realizó el Estudio de Impacto Ambiental del medio acuático en el área de influencia del proyecto "Infraestructura para la conectividad del transporte terrestre marítimo en la X Región" durante el período de construcción y posterior explotación de la obra. Se determinó áreas vulnerables, se propuso un Plan de Medidas de Mitigación, reparación y Compensación junto con el Plan de Seguimiento Ambiental

**Duración** : 90 días (Diciembre 2003- marzo de 2004)

**Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas

**Monto** : \$ 28.950.000.-

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

**Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia.

(148) "Estudio Catastro, Demanda y Oferta de Tierras, Aguas y Riego"

**Descripción** : El objetivo del estudio fue identificar y cuantificar socio-espacialmente la demanda y oferta sobre tierras, aguas y riego indígenas. Para ello se identificará la demanda de tierras, aguas y riego de cada uno de los pueblos indígenas, se verificó la disponibilidad y accesibilidad técnica, económica y legal de los recursos tierra, agua y riego, en la perspectiva de eventuales ofertas desde las políticas públicas indígenas y se generó una base de información territorial en las zonas de ocupación indígena, de permanente actualización y útil a las distintas instituciones del sector público. Este trabajo abarcó las regiones I, II, III, V, Metropolitana, VIII, IX, X, XI y XII.

**Duración** : Enero 2004-Agosto 2004

**Financiamiento** : Corporación de Desarrollo Indígena (CONADI)

**Monto** : \$ 114.800.000

**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(149) "Plan de Seguimiento Ambiental Fase de Pre-Construcción Central Hidroeléctrica Quilleco"

**Descripción** : Plan de seguimiento ambiental de las variables de mayor relevancia del medio acuático en el área de influencia de la futura Central Quilleco durante la fase de pre-construcción de la Central Hidroeléctrica Quilleco. El objetivo fue mantener actualizada la línea de base del proyecto Quilleco, así como contar con un registro de las variaciones naturales que presenta el sistema fluvial en los componentes ambientales calidad del agua y peces.

**Duración** : diciembre 2003-enero 2005

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : UF 411.-

**Coordinador** : Dra. Evelyn Habit

(150) "Monitoreo Final del Programa de Siembra de Peces del Río Laja"

**Descripción** : El servicio de monitoreo de peces tuvo por finalidad establecer la abundancia de las poblaciones locales y su condición genética aguas arriba y aguas debajo de las barreras Laja y Rucue. Con ello se pudo establecer la influencia de la barrera de la Central

**Duración** : Enero 2004-Abril 2004

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : UF 198.-

**Coordinador** : Dra. Evelyn Habit

(151) "Declaración de Impacto Ambiental Primera Planta del Hemisferio sur productora de aditivos alimentarios obtenidos del proceso de la Achicoria"

**Descripción** : Elaboración de DIA de la Primera Planta del Hemisferio sur productora de aditivos alimentarios obtenidos del proceso de la Achicoria, para su correspondiente calificación por parte de la autoridad ambiental respectiva, de acuerdo a la legislación vigente

**Duración** : diciembre 2003-Marzo 2004

**Financiamiento** : Austral Solutions

**Monto** : UF 427,-

**Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña

(152) "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Ampliación Patio La Tosca" y "Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Entremuelles"

**Descripción** : El objetivo del estudio fue evaluar el impacto que tendría sobre los componentes de los sistemas físico, biótico y humano, la construcción y operación en bahía de Concepción de los Patios de Acopio "La Tosca y Entremuelles".

**Duración** : 15 semanas (abril 2004-agosto 2004)

**Financiamiento** : Portuaria Lirquen S.A.

**Monto** : UF 1.543,-

**Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña

(153) "Programa de Seguimiento Ambiental del Proyecto Terminal Marítimo San Vicente en los sectores Muelle, Franja de Cañerías y Planta"

**Descripción** : Durante este estudio se realizaron las siguientes actividades:  
a) Monitoreo de la columna de agua de mar, corrientes y sedimentos, b) Monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas, c) Monitoreo de ruido, d) Caracterización de los suelos y aguas que fueron objeto de movimientos en la etapa de habilitación del área en la cual se emplazarían posteriormente la Planta y la Franja de Cañerías.

**Duración** : 12 Mayo 2004-12 Mayo 2005

**Financiamiento** : ABASTIBLE S.A.

**Monto** : UF 1568,5

**Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña y H. Cid

(154) "Servicios de evaluación calidad ambiental, Emisario refinería Biobío"

**Descripción** : Este servicio consistió en el desarrollo de un Programa Periódico de Evaluación de la Calidad Ambiental de su Emisario al Río Biobío. El Centro EULA-Chile realizó cuatro muestreos anuales, los que comprendieron, por una parte el análisis de contaminantes en el efluente y la evaluación de su toxicidad, y por otra parte, la evaluación del impacto ambiental en el curso del río, aguas abajo del punto de descarga del citado Emisario.

**Duración** : 7 de enero 2004-7 enero 2008

**Financiamiento** : ENAP Refinerías S.A.

**Monto** : UF 2.616

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos

(155) "Caracterización de Residuos Líquidos de Asmar (T) para dar cumplimiento a la legislación vigente, 2004"

**Descripción** : Caracterización físico-químicas de las descargas de residuos líquidos de Asmar (T) y entregar informe final aprobado por la DIRECTEMAR

**Duración** : 2 meses (Julio - Septiembre 2004)

**Financiamiento** : ASMAR (T)

**Monto** : UF 382,47

**Coordinador** : Dra. Gladys Vidal

(156) "Programa de Vigilancia Ambiental Canal El Morro Etapa 2: Obras de Canalización (Fase Operación)"

**Descripción** : Este programa consistió en la toma de muestras de agua, bentos y material de fondo del Canal El Morro de acuerdo a una periodicidad, parámetros y procedimientos de muestreo indicados en la RCA N° 046/2003 de la COREMA de la Región del Bío Bío.

**Duración** : 1 año (Septiembre 2004-Octubre 2005)

**Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas-DOH

**Monto** : UF 748,2

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(157) "Estudio bentónico emisario submarino de San Pedro: Campaña de invierno".

**Descripción** : Este estudio consideró el análisis de: (a) comunidades de macroinvertebrados bentónicos (>500 µm), y (b) los sedimentos del fondo marino. Los objetivos del presente estudio fueron: Determinar una Línea de Base del componente bentónico, en período de invierno, en el sector establecido para la instalación del emisario sub-marino, orientada a la preparación de la DIA o EIA, según corresponda, por lo que consideró lo establecido en el Reglamento del SEIA.

Se estableció las características de los sedimentos del fondo marino existente en el sector estudiado.

Se determinó los posibles efectos sobre la biota marina que generaría la instalación del nuevo emisario submarino en el sector definido, producto de las faenas de instalación del emisario como de la operación del mismo.

Se estableció un Plan de Monitoreo y Vigilancia Ambiental, para cada situación, y se propuso Medidas de Mitigación, Compensación y/o Reparación en caso de ser pertinentes.

**Duración** : 50 días (26 de agosto-15 de noviembre 2004)

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío

**Monto** : \$ 3.886.300.-

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos

(158) "Estudio bentónico emisario submarino de Lebu: Campaña de invierno"

**Descripción** : Este estudio consideró el análisis de: (a) comunidades de macroinvertebrados bentónicos (>500 µm), y (b) los sedimentos del fondo marino en la planta de tratamiento de aguas servidas de Lebu.

**Duración** : 50 días (26 de agosto-15 de noviembre 2004)

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío

**Monto** : \$ 4.160.710.-

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos

(159) "Estudio bentónico mejoramiento sistema de tratamiento de aguas servidas de Constitución: Campaña de invierno"

**Descripción** : Este estudio consideró el análisis de: (a) comunidades de macroinvertebrados bentónicos (>500 µm), y (b) los sedimentos del fondo marino en la planta de tratamiento de aguas servidas de Constitución

**Duración** : 50 días (26 de agosto-15 de noviembre 2004)

**Financiamiento** : Aguas Nuevo Sur del Maule

**Monto** : \$ 4.256.845.-

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos

(160) "Estudio bentónico mejoramiento sistema de tratamiento de aguas servidas de Pichilemu I : Campaña de invierno"

**Descripción** : Este estudio consideró el análisis de: (a) comunidades de macroinvertebrados bentónicos (>500 µm), y (b) los sedimentos del fondo marino en la planta de tratamiento de aguas servidas de Pichilemu.

**Duración** : 50 días (26 de agosto-15 de noviembre 2004)

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío

**Monto** : \$ 4.256.845.-

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos

(161) "Estudio bentónico mejoramiento sistema de tratamiento de aguas servidas de Pichilemu II : Campaña de invierno"

**Descripción** : Continuación estudio anterior

**Duración** : 60 días (15 de noviembre-15 de enero 2005)

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío

**Monto** : \$ 3.903.300

**Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos

(162) "Plan de Inspección Ambiental Independiente para la etapa de construcción de la Central Hidroeléctrica Quilleco"

**Descripción** : Auditoría Ambiental Independiente a la etapa de construcción de la Central Hidroeléctrica Quilleco, cuyo periodo de de 2005 a marzo de 2007. El objetivo principal fue verificar en terreno los compromisos ambientales adquiridos por Colbún S.A durante el periodo de construcción de la Central y llevar un registro y/o seguimiento de los aspectos e impactos ambientales más relevantes de este periodo.

**Duración** : 28 meses (13 de diciembre 2004-1º Mayo 2007)

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : \$ 35.765.000

**Coordinador** : M. Sc. Silvia Basualto

(163) "Requerimientos ambientales para realizar el dragado del fondo marino correspondiente a la base del pretil del Patio La Tosca. Portuaria Lirquén"

**Descripción** : 2005-2006

**Duración** : 1 año

**Financiamiento** : Portuaria Lirquén

**Monto** : \$ 5.930.000.-

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(164) "Plan de Seguimiento Ambiental fase de pre-operación Central Hidroeléctrica Quilleco"

- Descripción** : Plan de Seguimiento Ambiental de las variables de mayor relevancia del medio acuático en el área de influencia de la futura Central Quilleco durante la fase de pre-operación de la Central Hidroeléctrica Quilleco. El objetivo de este programa fue mantener actualizada la línea de base del proyecto Quilleco, así como contar con un registro de las variaciones naturales que presenta el sistema fluvial en los componentes ambientales, calidad del agua, macroinvertebrados y peces.
- Duración** : 12 meses (enero 2005-enero 2006)
- Financiamiento** : Colbún S.A.
- Monto** : UF 503
- Coordinador** : Dr. Claudio Valdovinos.

(165) "Estudio Ambiental de Línea Base Proyecto Central Hidroeléctrica San Pedro"

- Descripción** : El estudio se enfocó principalmente a describir y caracterizar los principales componentes ambientales del sistema aguas abajo del proyecto, con el objeto de obtener una línea base del área de impacto directo e indirecto, así como en proponer una evaluación ambiental preliminar, que permita la identificación de aquellos impactos más relevantes, que ameriten un análisis de mayor detalle en el posterior estudio de impacto definitivo. En particular, se incluyó en esta propuesta una evaluación ecológica del proyecto de ingeniería, en cuanto a su diseño y operación, con el objeto de permitir una evaluación temprana de los principales impactos, para poder en forma paralela desarrollar una línea de base más objetiva para el futuro estudio y hacer contribuciones tempranas al diseño y a la operación, de modo que resulten más amigables desde la perspectiva ambiental.
- Duración** : 8 meses (enero-agosto 2005)
- Financiamiento** : Colbún S.A.
- Monto** : UF 5.740
- Coordinador** : Dr. Oscar Parra.

(166) "Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Central Hidroeléctrica Laja "

- Descripción** : El objetivo del estudio fue evaluar el impacto que tendría, sobre los componentes de los sistemas físico, biótico y humano, la construcción y operación de la Central Hidroeléctrica a ubicar en el río Laja
- Duración** : enero 2005-junio 2006
- Financiamiento** : Alberto Matthei e Hijos.
- Monto** : UF 1.495
- Coordinador** : Dr. Oscar Parra

(167) "Plan de Monitoreo a ejecutar en fase de operación del Proyecto Valdivia"

- Descripción** : Se desarrolla un Plan de Monitoreo durante la fase de operación del Proyecto Valdivia de Celulosa Arauco y Constitución, incluyendo los siguientes componentes ambientales: Calidad del agua del río Cruces y su Humedal, Calidad del efluente de la planta, calidad del agua en sector depósito de residuos sólidos, calidad de sedimentos, suelos y análisis de comunidades biológicas en el Santuario de la Naturaleza del río Cruces.
- Duración** : 8 años (enero 2005-a la fecha)
- Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- Monto** : UF 41.600 (10400 anual)
- Coordinador** : Dr. Oscar Parra.

(168) "Monitoreo de comunidades biológicas y calidad del agua del sistema fluvial río Itata durante la fase de construcción"

- Descripción** : En este estudio se realizó un monitoreo en período estival de la calidad del agua del río Itata y de las comunidades biológicas existentes en él.
- Duración** : 2 meses (febrero-marzo 2005).
- Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- Monto** : UF 482,0
- Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(169) "Plan de Monitoreo, Seguimiento y Vigilancia Ambiental de efluentes y calidad del agua del río Itata, para el Complejo Forestal Itata Fase 1 (Planta Paneles Terciados y Planta Térmica)"

- Descripción** : Este estudio contempló un Plan de Monitoreo, Seguimiento y Vigilancia Ambiental de efluentes y calidad del agua del río Itata, considerando un monitoreo de tres años con un régimen de muestreo mensual para los efluentes y semestral para el análisis de la calidad del agua del río Itata.
- Duración** : 28 meses (enero 2005-mayo 2007).
- Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- Monto** : \$ 70.000.000.-
- Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(170) "Caracterización área marina adyacente a la desembocadura del río Itata"

- Descripción** : El objetivo del estudio fue realizar un estudio de Línea de Base, durante el período estival, que permitiera una caracterización básica del medio ambiente marino costero adyacente a la desembocadura del río Itata
- Duración** : 4 meses (marzo-junio 2005).
- Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- Monto** : UF 1.528
- Coordinador** : A. Acuña

(171) "Evaluación preliminar del comportamiento y mortalidades del machuelo en los fondos blandos sublitorales someros del Golfo de Arauco"

- Descripción** : Los objetivos del presente estudio fueron los siguientes: a) Identificar y delimitar espacialmente las zonas afectadas en los fondos del Golfo de Arauco, b) Evaluar la hipótesis de la mínima de oxígeno como factor ambiental natural causante de las perturbaciones en las poblaciones de E. macha c) Evaluar la hipótesis del RIL de la planta de Celulosa Arauco, como factor ambiental antropogénico causante de las perturbaciones en las poblaciones de E. macha, d) Determinar si las concentraciones de compuestos orgánicos e inorgánicos registrados en las poblaciones afectadas de E. macha, representan algún riesgo para la salud humana.
- Duración** : 4 meses (mayo - septiembre 2005).
- Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- Monto** : UF 412,0
- Coordinador** : Dr. C. Valdovinos

(172) "Estudio Territorial Georreferenciado del Fundo Porvenir, VIII Región del Bío-Bío"

- Descripción** : El objetivo de este estudio fue realizar un análisis territorial del Fundo Porvenir, que permita al Ministerio de Bienes Nacionales una gestión coherente e informada, basada en la existencia de recursos geográfico-naturales: suelos, hidrografía, ambientales, escénicos y una zonificación del predio, que permita establecer áreas de habitabilidad y desarrollo. Mensurar, replantear y elaborar los planos individuales y sus respectivas minutas de deslindes de 12 parcelas, con las aprobaciones de los organismos que corresponda, en condiciones territoriales homogéneas, concordadas y coherentes con el entorno.
- Duración** : 122 días (junio-septiembre 2005)
- Monto** : \$ 24.000.000.-
- Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales
- Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(173) "Estudio de Línea de Base Ambiental, emisario de descarga de efluentes tratados, Complejo Industrial Forestal Itata, Parte Terrestre".

**Descripción** : El objetivo del proyecto fue identificar las acciones del proyecto que, en sus distintas etapas de desarrollo (construcción, operación, abandono), alteren o modifiquen aspectos relevantes del sistema natural y socioeconómico.

**Duración** : 45 días (junio 2005-agosto 2005)

**Monto** : \$ 25.907.844

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A. Planta Nueva Aldea

**Coordinador** : Ing. Mauricio Aguayo

(174) "Programa de Vigilancia Ambiental para la empresa Portuaria Talcahuano –San Vicente, 2005"

**Descripción** : El objetivo de este Programa fue establecer un sistema particular de vigilancia y medición para el medio acuático en sus fases columna de agua y sedimentos. La propuesta contempló este Programa de Vigilancia Ambiental para el período estival e invernal 2005.

**Duración** : 7 meses (Julio 2005-Marzo 2006)

**Financiamiento** : Portuaria Talcahuano-San Vicente

**Monto** : UF 760,95

**Coordinador** : M.Sc. Adolfo Acuña

(175) "Estudio de desplazamiento y uso del habitat ripariano de peces nativos en el río San Pedro".

**Descripción** : El presente estudio tuvo por objetivos a) conocer el desplazamiento de las especies nativas de interés y el grado de estructuración de sus respectivas poblaciones, en el área de la cuenca del río San Pedro, con énfasis en el área de influencia de la Central Hidroeléctrica San Pedro b) Determinar qué especies nativas hacen uso de los hábitat riparianos someros y en qué épocas del año, con énfasis en estadios tempranos (huevos, larvas, juveniles).

**Duración** : 18 meses (septiembre 2005-marzo 2007)

**Monto** : UF 7540.-

**Financiamiento** : COLBUN S.A.

**Coordinador** : Dra. Evelyn Habit.

(176) "Plan de Manejo y Conservación de un ecosistema lacustre ubicado al interior de la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A."

**Descripción** : La finalidad del proyecto fue desarrollar un plan de manejo y conservación del ecosistema lacustre ubicado al interior de la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A.

**Duración** : 12 meses (abril 2005-abril 2006)

**Monto** : UF 616

**Financiamiento** : Compañía Siderúrgica Huachipato S.A.

**Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(177) "Línea Base y Apoyo a la Elaboración del EIA proyecto Construcción Base IZAZA, XI Región, sector Reserva Nacional Las Guaitecas".

**Descripción** :

**Duración** : 3 meses (junio-septiembre 2005)

**Monto** : \$ 6.750.000.-

**Financiamiento** : Salmones Multiexport S.A.

**Coordinador** : Ing. Mauricio Aguayo

(178) "Plan de diseño y conservación de riberas Laguna Grande y zona norte del Estero Los Batros ubicado en sector de proyecto inmobiliario San Pedro del Valle"

**Descripción** : El objetivo del estudio fue brindar apoyo a las oficinas de Ingeniería que realizaron un informe sobre la construcción de Defensas Fluviales en la Rivera Norte del Canal Los Batros, con el fin de que éste sea aprobado por la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas (DOH-MOP).

**Duración** : julio 2005-junio 2006

**Monto** : UF 685

**Financiamiento** : Inmobiliaria San Pedro del Valle

**Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(179) "Programa de seguimiento, vigilancia y control del Terminal Marítimo San Vicente".

**Descripción** : Sistema de vigilancia ambiental y medición de aquellos indicadores ambientales del medio inerte y biótico que permitieran reconocer el eventual grado de alteración del sector de alteración del sector de emplazamiento del proyecto, como consecuencia de las acciones de las etapas de construcción y operación de éste. Se monitorea 4 matrices ambientales: corrientes lagrangianas y estratificación de la columna de agua; caracterización físico-química de la columna de agua, caracterización físico-química de sedimentos litorales y sublitorales y macrofauna bentónica.

**Duración** : agosto 2005-abril 2006.

**Financiamiento** : Abastecedora de Combustibles S.A. (Abastible S.A.)

**Monto** : \$ 16.000.000 (UF 908)

**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Adolfo Acuña

(180) "Estudio de capacidad máxima de explotación de la laguna Quiñenco en Coronel VIII Región del Biobío".

**Descripción** : Los objetivos de este estudio fueron a) recopilación de antecedentes de línea de base que permitan entregar un diagnóstico sobre es estado actual de la laguna así como las principales presiones sobre ésta, b) Evaluación de la disponibilidad de agua, sobre la base de balances de masa, los cuales estarán determinados por modelos hidrológicos e información meteorológica, c) Recomendar caudales máximos mensuales de operación, considerando criterios ambientales d) Recomendaciones sobre futuros estudios y planes de monitoreos para los parámetros ambientales más críticos.

**Duración** : 4 meses (agosto-diciembre 2005)

**Monto** : \$ 4.860.000.-

**Financiamiento** : ESSBIO-ANSM

**Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(181) "Preparación y Tramitación de Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de Central Hidroeléctrica San Pedro"

**Descripción** : En el presente proyecto se realizaron las siguientes actividades: a) preparar la documentación requerida para la elaboración del EIA, b) preparar y tramitar la Solicitud de Autorización Provisoria (SAP), c) Preparar y tramitar las solicitudes de cambio de uso de suelo correspondiente, d) EIA, e) Preparar addenda requeridas por la autoridad, f) Proceso de participación ciudadana, g) Apoyo y participación en reuniones técnicas con el comité técnico evaluador, organismos públicos y comunales, hasta obtener la Resolución de Calificación Ambiental

**Duración** : Agosto 2005-hasta la dictación de resolución administrativa

**Monto** : UF 1.000.-

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Coordinador** : Dr. O. Parra

(182) "Curso Básico y avanzado de sistemas de información geográfico para técnicos y profesionales de la CONADI"

**Descripción** : Curso de perfeccionamiento para profesionales de la CONADI, de SIG  
**Duración** : 75 horas (agosto 2005)  
**Monto** : \$ 2.000.000  
**Financiamiento** : Corporación Nacional de Desarrollo Indígena  
**Coordinador** : Ing. C. Vega

(183) "Curso ARCH GIS 8.11 para profesionales de la CONADI"

**Descripción** : Curso de perfeccionamiento para profesionales de la CONADI, en ARCH GIS 8.11  
**Duración** : 32 horas (agosto 2005)  
**Monto** : \$ 500.000.-  
**Financiamiento** : Corporación Nacional de Desarrollo Indígena  
**Coordinador** : Ing. C. Vega

(184) "RCA y Datos Preoperacionales del Sistema Fluvial CFI Nueva Aldea".

**Descripción** : El presente proyecto considera el monitoreo de la calidad del agua, indicadores biológicos, toxicidad y biomarcadores en 11 estaciones (IT-1 a IT11) contempladas en la Resolución Exenta N°76 de la CONAMA de la Región del Biobío.  
**Duración** : 3 años (septiembre 2005-diciembre 2008) 2009- a la fecha (disminución a 4 estaciones del río)  
**Monto** : UF 17.000 (2005-2008) UF 1.750 anuales (2009-a la fecha)  
**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A. Planta Nueva Aldea.  
**Coordinador** : Dr. Roberto Urrutia

(185) "Análisis General del Impacto Económico de Norma Secundaria de Calidad de Aguas del Río Bio-Bio en el sector silvoagropecuario"

**Descripción** : Se realizó un análisis económico de la aplicación del proyecto de norma secundaria de calidad para las aguas continentales de la Cuenca del río Bio-Bío, exclusivamente sobre el sector silvoagropecuario.  
**Duración** : 3 meses (octubre-diciembre 2005)  
**Monto** : \$ 3.034.000  
**Financiamiento** : Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)  
**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(186) "Diagnóstico de la irregularidad en la tenencia del patrimonio fiscal inmueble administrativo en la XI Región de Aysén"

**Descripción** : Los productos de este proyectos fueron: a) Validación y complementación en terreno de la información de cada inmueble (680 propiedades) proporcionada a la Universidad por el MBN, b) generación de un archivo digital alfanumérico en formato Web, compatible con el SNCI, a fin de facilitar su posterior procesamiento. Este incluyó la georreferencia de las propiedades incluidas.  
**Duración** : 90 días (noviembre 2005-febrero 2006)  
**Monto** : \$ 15.000.000.-  
**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales  
**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(187) "Plan de Trabajo para el estudio de las aguas subterráneas en sector de piscina de tratamiento de efluentes de Planta Licancel de Celulosa Arauco y Constitución"

**Descripción** : El objetivo fue determinar la magnitud y distribución espacial de una eventual contaminación de la calidad del agua subterránea por precolaciones producidas desde el embalse de tratamiento de efluentes de Celulosa Arauco y Constitución, Planta Licancel.

**Duración** : 10 semanas (noviembre 2005-enero 2006)

**Monto** : UF 611,1

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Coordinador** : Dr. J. Arumi

(188) "Diagnóstico de la irregularidad en la tenencia del patrimonio fiscal inmueble administrativo en la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena"

**Descripción** : El estudio consistió en realizar un diagnóstico de la tenencia y ocupación de la propiedad fiscal por la vía de una inspección a cada propiedad administrada (1033 inmuebles), a objeto de conocer en directo su situación de tenencia y ocupación.

**Duración** : 150 días (noviembre 2005-abril 2006)

**Monto** : \$ 35.000.000.-

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(189) "Análisis General del Impacto Socioeconómico de Norma Secundaria de Calidad de Ambiental para la protección de las aguas del Río Bío-Bío"

**Descripción** : Se realizó un análisis técnico-económico y social de la aplicación del proyecto de norma secundaria de calidad para las aguas del río Bío-Bío. Este análisis suministró información desde la óptica económica respecto de los costos y beneficios de la normativa mencionada.

**Duración** : 3 meses (noviembre 2005-enero 2006)

**Monto** : \$ 5.000.000.-

**Financiamiento** : CONAMA-VIII Región

**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(190) "Programa de Monitoreo ecotoxicológico de los efluentes industriales en el río Cruces, en la provincia de Valdivia, Chile".

**Descripción** : Los objetivos de este monitoreo fue a) determinar los factores de peligro que presenta la actividad industrial con las descargas de Riles en el río Cruces y especialmente sobre el ecosistema del Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, X Región, Valdivia, a través de la evaluación, desde un punto de vista ecotoxicológico, de los aportes directos de sustancias que potencialmente pueden producir un efecto no deseado sobre la estructura y dinámica del ecosistema, y por otra parte b) desarrollar un sistema de gestión ambiental que permita una mejor evaluación y control de las cargas tóxicas en el sistema del río Cruces.

**Duración** : 7 meses (enero-junio 2006)

**Monto** : \$ 80.910.750.-

**Financiamiento** : CONAMA, Región de los Lagos

**Coordinador** : Dr. Ricardo Barra

(191) "Programa de Monitoreo de Toxicidad de Efluente y Cuerpo receptor para la empresa Celulosa Arauco y Constitución S.A."

**Descripción** : Realizar una evaluación del riesgo ecológico mediante análisis de: Bioensayos de Toxicidad aguda y crónica, Biomarcadores, análisis de genotoxicidad y Bioacumulación de sustancias tóxicas (Muestreadores pasivos (SPMDs))

**Duración** : diciembre 2005-diciembre 2006

**Monto** : UF 8.104

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Coordinador** : Roberto Urrutia

(192) "Caracterización de residuos líquidos provenientes de las aguas servidas de la Segunda Zona Naval. Departamento de Obras y Construcciones Ila. Zona Naval Armada de Chile. Noviembre 2005".

**Descripción** : Los objetivos de este estudio fueron determinar el caudal medio mensual de la descarga de residuos líquidos de la Descarga final Basetalc y medición indirecta del caudal de las corrientes: Dim Aldea e Isla Quiriquina (2 corrientes) a las aguas superficiales marinas y al terreno según corresponda y determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas de las concentraciones de contaminantes de los residuos líquidos descargados por la descarga Basetalc, Dim Aldea e Isla Quiriquina.

**Duración** : 3 meses (diciembre-febrero 2006)

**Monto** : \$ 11.018.055.-

**Financiamiento** : Armada de Chile

**Coordinador** : Dra. Gladys Vidal

(193) "Catastro demanda y oferta de tierras, aguas y riego para indígenas, II etapa."

**Descripción** : El estudio tuvo el propósito de generar información diagnóstica actualizada en un conjunto de materias y comunas, que amplíen la cobertura del estudio realizado durante el año 2004.

**Duración** : 9 meses (diciembre-septiembre 2006)

**Monto** : \$ 20.000.000.-

**Financiamiento** : CONADI

**Coordinador** : Dr. Gerardo Azócar

(194) "Evaluación de tratamiento, disposición y aplicación benéfica de lodos de pisciculturas de la XI Región"

**Duración** : 1 mes (Enero 2006)

**Monto** : UF 201.-(\$ 3.600.000.-)

**Financiamiento** : Instituto del Salmón (INTESAL)

**Coordinador** : Dr. C. Zaror, G. Vidal y A. Acuña

(195) "Estudio de impacto ambiental proyecto aumento de capacidad de producción de la Compañía Siderúrgica Huachipato"

**Descripción** : Elaboración, tramitación y aprobación del EIA del Proyecto "Aumento Capacidad de Producción Compañía Siderúrgica Huachipato", ante la autoridad competente.

**Duración** : enero-agosto 2006

**Financiamiento** : Compañía Siderúrgica Huachipato

**Monto** : UF 1405.-

**Coordinador** : Dra. Claudia Ulloa

(196) "Línea Base socioeconómica, sociodemográfica y de recursos territoriales del sector Valle del Laja, comuna de Tucapel".

**Descripción** : Se implementó de un sistema de seguimiento continuo de variables e indicadores socioeconómicos y territoriales en la zona rural Valle del Laja, previa operación de la CH Quilleco. Se generó una base de datos asociada a un SIG con información socioeconómica, sociodemográfica y de recursos territoriales del Valle del Laja. Se generó un catastro de los pozos presentes en el área determinando sus niveles y calidad del agua subterránea. Se describieron detalladamente los sistemas de regadío que se utilizaron en los predios del área de estudio.

**Duración** : junio-diciembre 2006

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : \$ 8.190.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(197) "Declaración de Impacto Ambiental Proyecto "Modificación planta de pretratamiento de San Vicente"

**Descripción** : El presente estudio tuvo como objetivo presentar a ESSBIO S.A. las diferentes actividades a desarrollar para elaborar una Declaración de Impacto Ambiental para el Proyecto arriba mencionado.

**Duración** : 45 días (desde Junio 2006)

**Monto** : UF 839,0

**Financiamiento** : ESSBIO S.A.

**Jefe de Proyecto** : Dr. Cristián Vargas

(198) "Caracterización de Residuos Líquidos de ASMAR (T) para dar cumplimiento a la legislación vigente, año 2006"

**Descripción** : Efectuar la caracterización físico-químicas de las descargas de residuos líquidos de ASMAR (T) y entregar informe final aprobado por la DIRECTEMAR

**Duración** : 2 meses (Julio-Agosto 2006)

**Monto** : \$ 3.448.256

**Financiamiento** : ASMAR (T)

**Coordinador** : Dra. Gladys Vidal

(199) "Evaluación de Impacto Ambiental de la obra "Diseño de Riberas Laguna Grande y zona norte de Estero Los Batros, ubicado en sector de Proyecto Inmobiliario San Pedro del Valle"

**Descripción** : Elaboración del EIA arriba mencionado, realizando la línea base, evaluación de los impactos, plan de manejo y seguimiento, Participación Ciudadana e Informe ejecutivo

**Duración** : 3 meses (agosto-noviembre 2006)

**Financiamiento** : Inmobiliaria San Pedro del Valle

**Monto** : UF 1.839

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(200) "Declaración de Impacto Ambiental Exploración Geotérmica Profunda Nevados de Chillán"

**Descripción** : Realización de todos los trabajos necesarios para la elaboración, tramitación y aprobación ante la CONAMA de una DIA para la Exploración Geotérmica Profunda Nevados de Chillán, sector Valle Hermoso o sector A

**Duración** : 170 días (11 septiembre-21 enero 2007)

**Financiamiento** : Empresa Nacional de Geoterminia

**Monto** : UF 1048

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

(201) "Programa de Seguimiento del componente socioeconómico y cultural en la fase de operación de las centrales hidroeléctricas IBENER S.A."

**Descripción** : Estudio socioeconómico en la fase de operación de las centrales hidroeléctricas IBENER S.A.  
**Duración** : 2 meses y medio (6 octubre- 21 diciembre 2006)  
**Financiamiento** : Iberoamericana de Energía S.A. (Ibener S.A.)  
**Monto** : \$ 5.400.000.-  
**Jefe de Proyecto** : C. Valdovinos-E. Habit

(202) "Calidad de aguas subterráneas, sector poniente Planta Cholguán"

**Descripción** : Describir y caracterizar los principales componentes ambientales del medio acuático y terrestre, aguas arriba y aguas abajo del sector de influencia del proyecto, con la finalidad de obtener una línea base del área de impacto directo e indirecto, que permitiera, posteriormente, responder a un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, si los residuos vertidos generaran algún cambio en el ecosistema acuático del río Cholguán.  
**Duración** : 3 meses (octubre-diciembre 2006)  
**Financiamiento** : Paneles Arauco S.A. Planta Cholguán.  
**Monto** : UF 1985,8  
**Jefe de Proyecto** : Ricardo Figueroa

(203) "Levantamiento hidrológico para el desarrollo de modelo hidráulico de los ríos Valdivia, Cruces, Calle Calle y Chorocamayo, ciudad de Valdivia, X Región"

**Descripción** : Los objetivos de este estudio fueron realizar mediciones hidrológicas que sirvan para determinar las condiciones de borde y calibración del modelo hidrodinámico y de dispersión para el sistema río Cruces  
**Duración** : 3 meses (23 octubre-23 enero 2007)  
**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.  
**Monto** : UF 3404,6  
**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

(204) Servicios de Gestión y Coordinación de Seminario Técnico: "La industria forestal en la Región del Biobío: Visiones desde distintas perspectivas"

**Descripción** : Asesoría en la ejecución del mencionado seminario  
**Duración** : Diciembre 2006  
**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

(205) "Monitoreo Estero Manco: "Complejo Térmico Coronel"

**Descripción** : Los objetivos de este estudio fueron a) determinar la calidad del agua, en un segmento del Estero Manco de acuerdo a los parámetros básicos propuestos en la Norma de calidad de aguas superficial. b) Describir el componente físico-natural, mediante el análisis de comunidades biológicas seleccionadas.  
**Duración** : noviembre 2006-noviembre 2007  
**Financiamiento** : Colbún S.A.  
**Monto** : UF 475,81  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(206) "Estudio del ecosistema fluvial en la etapa operacional del Complejo Hidroeléctrico Peuchén – Mampil: Bases para establecimiento de un plan medidas correctoras para la conservación de la biodiversidad"

**Descripción** : Estudio del ecosistema fluvial en la etapa operacional del complejo hidroeléctrico Peuchén – Mampil, para el establecimiento un plan de acción para la adopción de medidas correctoras para la conservación de la biodiversidad acuática.  
**Duración** : 6 semanas (6 nov-1 diciembre 2006)  
**Financiamiento** : Iberoamericana de Energía S.A. (Ibener S.A.)  
**Monto** : UF 429,1  
**Jefe de Proyecto** : C. Valdovinos-E. Habit

(207) Consultoría de apoyo en la revisión y evaluación al “Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Central Ñuble de Pasada”: Consideración de los efectos ambientales sobre el medio acuático debido a la determinación de caudales mínimos ecológicos en el río Ñuble y su relación con el medio humano afectado directa e indirectamente por el proyecto.

**Descripción** : Apoyar a la Dirección Regional de la CONAMA Región del Biobío y a los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental en la revisión y evaluación del EIA en comento

**Duración** : 30 días (noviembre-diciembre 2006)

**Financiamiento** : CONAMA Región del Biobío

**Monto** : \$ 3.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(208) “Programa de Vigilancia Ambiental para el Puerto Talcahuano, año 2006”

**Descripción** : El objetivo de este Programa fue establecer un sistema particular de vigilancia y medición para el medio acuático en sus fases columna de agua y sedimentos. La propuesta contempló este Programa de Vigilancia Ambiental para el período estival e invernal 2006-2007.

**Duración** : 9 meses (diciembre 2006-septiembre 2007)

**Financiamiento** : Portuaria Talcahuano-San Vicente

**Monto** : UF 801

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

(209) “Estudio Ambiental de Línea Base Proyecto: Emisario Complejo Cholguán-Trupán”

**Descripción** : El estudio se enfocó principalmente en describir y caracterizar los principales componentes ambientales del medio acuático y terrestre, aguas arriba y aguas abajo del sector de influencia del proyecto, con la finalidad de obtener una línea base del área de impacto directo e indirecto, que permita posteriormente responder a un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, si los residuos vertidos generaran algún cambio en el ecosistema acuático del río Cholguán.

**Duración** : diciembre 2006-julio 2007

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución

**Monto** : UF 1985,8

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(210) “Declaración de impacto ambiental “Modificación y ampliación Muelle 2 de Puerto Lirquén”

**Descripción** : Elaboración de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto en comento, para su correspondiente calificación por parte de la autoridad ambiental respectiva (COREMA Región del Biobío), de acuerdo a la legislación vigente. Se realizó un análisis completo del proyecto, de la información generada en otros proyectos desarrollados en el área por Portuaria Puerto Lirquén S.A. y otros usuarios del borde costero del área de influencia, y de los diferentes componentes ambientales presentes en el sector.

**Duración** : 73 días (01 diciembre 2006-11 marzo 2007)

**Financiamiento** : Portuaria Lirquén

**Monto** : UF 969

**Jefe de Proyecto** : M.Sc.Adolfo Acuña

(211) "Levantamiento de Cartografía en el Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos Francisco Coloane"

**Descripción** : Realización de un levantamiento y análisis de cartografía y zonificación en el área Marino y Costera Protegida Francisco Coloane

**Duración** : 6 meses (enero- noviembre 2007)

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales XII Región

**Monto** : \$ 39.900.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(212) "Diagnóstico de la demanda de riego de la población indígena en la VIII, IX y X región".

**Descripción** : Determinar participativamente la demanda de riego por la población mapuche, preferentemente de las Areas de Desarrollo Indígenas (ADIS) y de los predios adquiridos por el Fondo de Tierras y Aguas de CONADI (FTAI) de las regiones del Biobío, La Araucanía y Los Lagos.

**Duración** : 9 meses (enero 2007- septiembre 2007)

**Financiamiento** : CONADI

**Monto** : \$ 19.992.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(213) "Plan de Inspección Ambiental Construcción Central Termoeléctrica Coronel, VIII Región"

**Descripción** : Auditoría Ambiental de Central Termoeléctrica Coronel, VIII Región" Los objetivos de esta auditoría fueron: a) Verificar el cumplimiento de la normativa aplicable en la etapa de construcción, así como la obtención de los permisos que sean necesarios, b) Proporcionar a los organismos de la Administración del Estado, con competencia ambiental, dispongan de un sistema de apoyo al control y seguimiento ambiental del Proyecto, c) Informar a la Autoridad Ambiental de los resultados de la aplicación del Plan de Medidas de Mitigación, Reparación, Compensación, Prevención de Riesgos y Control de accidentes durante la etapa construcción, d) Asegurar que el medio ambiente, en sus diversos componentes, evolucione según lo previsto en el EIA

**Duración** : 40 meses (enero 2007-mayo 2010)

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : \$ 30.222.222.-

**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Silvia Basualto

(214) "Declaración de Impacto Ambiental "Aumento de Capacidad de Producción de Planta Productora de Sulfhidrato de Sodio".

**Descripción** : El objetivo del presente estudio fue llevar a cabo los estudio requeridos para someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del Proyecto "Aumento de Capacidad de Producción de Planta Productora de Sulfhidrato de Sodio".

**Duración** : 80 días (febrero-mayo 2007)

**Financiamiento** : Fosfoquim S.A.

**Monto** : UF 452

**Jefe de Proyecto** : Dra. Claudia Ulloa

(215) "Muestreo y análisis de Aguas Residuales"

**Descripción** : El objetivo de este trabajo es realizar un muestreo y posterior análisis en el Laboratorio de Ensayos del Centro EULA-Chile, de una muestra del RIL de la empresa ENAP Refinerías Bio Bío, Este muestreo es semanal durante un período de 3 años.

**Duración** : 3 años (julio 2007-julio 2010)

**Financiamiento** : ENAP Refinerías Bio Bío

**Monto** : \$ 29.347.000.-

**Jefe de Proyecto** : Bioq. Hernán Cid

(216) "Evaluación del daño ambiental y económico generado por el derrame de petróleo proveniente del Terminal B de ENAP en la Bahía de San Vicente, Talcahuano"

**Descripción** : Evaluación del daño ambiental y económico generado por el derrame de petróleo ocurrido en el Terminal B de ENAP en la Bahía de San Vicente, Talcahuano

**Duración** : 2 años (julio 2007-julio 2009)

**Financiamiento** : CONAMA\_ENAP

**Jefe de Proyecto** : A. Acuña

**Monto** : \$ 1.325.240.000.-

**Coordinador** : M. Sc. Adolfo Acuña

(217) "Evaluación de la calidad de agua superficial y sedimentos en el humedal Paicavi (VIII Región)"

**Descripción** : El objetivo de la presente propuesta, fue evaluar la calidad de las aguas superficiales y sedimentos del humedal Paicavi, a través de indicadores físico-químicos y biológicos.

**Duración** : 2 meses (julio-agosto 2007)

**Financiamiento** : Inmobiliaria Saenz

**Monto** : UF 303,6

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(218) "Monitoreo Fauna Ictica Río San Pedro (Estación Ecológica)"

**Descripción** : Los objetivos del estudio fue iniciar una nueva etapa en la investigación del ecosistema fluvial del río San Pedro, dando continuidad a los estudios específicos de la fauna íctica de este río desarrollados durante los años 2005-2007.

**Duración** : 10 meses (julio 2007-marzo 2008)

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : UF 3.957.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(219) "Análisis de impacto económico y social de anteproyectos de normas secundarias de calidad"

**Descripción** : Revisar la metodología de evaluación económica definida por CONAMA en el año 2004 una "Propuesta sobre criterios metodológicos para el desarrollo de estudios económicos de anteproyectos de normas secundarias de calidad de aguas superficiales continentales" y complementar el compendio histórico sobre los procedimientos seguidos para realizar los análisis de impacto económico y social (AGIES) de las normas ambientales desarrolladas en el contexto de la Ley 19.300.

**Duración** : 3 meses (Agosto-Noviembre 2007)

**Financiamiento** : MOP-Dirección General de Aguas

**Monto** : \$ 12.450.000.-

**Jefe de Proyecto** : Rita Navarro

**Investigadores** : Dres. Gerardo Azócar, Claudio Valdovinos

(220) "Diseño de Guía y Habilitación de Rutas Patrimoniales en las Regiones VIII (Fundo Porvenir) y XII (Froward)"

**Descripción** : Se investigó y elaboró estándares de conflictividad que permitieran analizar y definir los procedimientos mínimos a desarrollar en los ámbitos de Gestión Ambiental, Territorial y Participación Ciudadana

**Duración** : 6 meses (septiembre 2007-marzo 2008)

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 16.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(221) "Confección de Guías de Manejo en terrenos fiscales con alto valor en biodiversidad en las regiones VII (Laguna Maule) y VIII (Tubul-Raqui)"

**Descripción** : Se confeccionó guías de manejo para terrenos fiscales con alto valor en biodiversidad en los sectores Laguna del Maule y en el Humedal Tubul-Raqui

**Duración** : 7 meses (septiembre 2007 -marzo 2008)

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 12.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(222) "Inventario de PCB's de otros usos"

**Descripción** : Los objetivos de éste proyecto fue fortalecer los antecedentes asociados al uso de PCB's en el país. Identificar, caracterizar, cuantificar y localizar los productos, artículos y equipos que contenían más de 0,005% de estas sustancias en el país; Determinar vacíos y deficiencias de la normativa asociada a PCBs de otros usos en Chile

**Duración** : 6 meses (septiembre 2007-marzo 2008)

**Financiamiento** : CONAMA

**Monto** : \$ 15.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(223) "Estudio de identificación de capacidades y necesidades de investigación en Chile sobre COP's"

**Descripción** : El objetivo general del presente estudio fue Identificar actividades de investigación sobre COPs. Con los siguientes objetivos específicos: Conocer las capacidades humanas y de infraestructura actuales, junto con las líneas y los proyectos de investigación en desarrollo y los previstos a corto plazo en materia de COPs. Identificar y definir, junto con la comunidad científica nacional líneas y sub-líneas de investigación.

**Duración** : 6 meses (septiembre 2007-marzo 2008)

**Financiamiento** : CONAMA

**Monto** : \$20.730.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(224) "Diagnóstico de la napa subterránea subyacente a la zona de disposición de residuos sólidos y lodos de acería de Compañía Siderúrgica Huachipato"

**Descripción** : Caracterización de la calidad y sentido de escurrimiento de la napa subterránea subyacente al área de disposición de residuos sólidos y lodos de acería de la Compañía Siderúrgica Huachipato (CSH).

**Duración** : 6 meses (octubre 2007-abril 2008)

**Financiamiento** : Compañía Siderúrgica Huachipato

**Monto** : \$ 36.434.234.-(adicional \$15.140.000).-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama

(225) "Remediación de zona de derrame de diesel en dependencias de la Compañía Siderúrgica Huachipato"

**Descripción** : La presente propuesta tuvo por objetivo efectuar el diagnóstico del área adyacente al punto de derrame de hidrocarburos desde el oleoducto de la empresa ENAP, mediante la caracterización del suelo y aguas subterráneas de la zona de coquería de la Compañía Siderúrgica Huachipato. Se determinó así la distribución espacial real de una eventual contaminación de la calidad de estos estratos, y se proveyó la información con la cual se podrá definir el plan de remediación.

**Duración** : 6 meses (octubre 2007-abril 2008)

**Financiamiento** : Enap Refinerías Biobío S.A.

**Monto** : UF 325

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama

(226) "Elaboración Norma Secundaria de calidad del agua, Cuenca del río Itata"

**Descripción** : Los objetivos fueron: Generar, analizar y proponer todos los antecedentes técnicos y científicos para la elaboración del anteproyecto de norma y proyecto definitivo de norma de calidad secundaria para aguas continentales superficiales en la cuenca del río Itata en la región del Biobío.

**Duración** : 5 meses (octubre-marzo 2008)

**Financiamiento** : CONAMA VIII Región

**Monto** : \$ 12.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(227) "Prospección de Cuencas Hidrográficas para cultivo de peces"

**Descripción** : Realizar un estudio de los recursos hídricos continentales de la Región del Bío-Bío, a fin de determinar su factibilidad de uso en diferentes etapas del ciclo productivo de peces de importancia comercial, en particular de salmónidos.

**Duración** : 15 meses (noviembre 2007-febrero 2009)

**Financiamiento** : SERNAPESCA VIII Región

**Monto** : \$ 65.575.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(228) "Estandarización de especies bioindicadoras de calidad del agua en la cuenca del río Maipo"

**Descripción** : El objetivo general de este estudio fue la estandarización de bioindicadores para monitorear la calidad del agua en la cuenca del Río Maipo. Dentro de los objetivos específicos: a) Implementar los monitoreos existentes en el estudio solicitado por la Comisión Nacional de Riego (CEA, 2003) sobre caracterización de bioindicadores en la cuenca del río Maipú, b) Análisis y adaptación de un índice biótico apropiado para la cuenca, c) Correlación teórica de las especies bioindicadoras propuestas con los datos de calidad del agua de la DGA y otros estudios, d) Estandarización de especies bioindicadoras de la calidad del agua en la cuenca del río Maipo y su correlación con valores propuestos en la futura normativa secundaria y e) Identificar y priorizar las falencias de información y estimar los costos involucrados en el desarrollo de estudios tendientes a mejorar, progresivamente, dicha estandarización.

**Duración** : 52 días (1º Noviembre-23 Diciembre 2007)

**Financiamiento** : CONAMA Región Metropolitana

**Monto** : \$ 5.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(229) "Monitoreo Río Toltén"

- Descripción** : El objetivo fue efectuar un monitoreo del Río Toltén, antes de la puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Villarrica. Se realizará análisis químico y de las comunidades biológicas (fitobentos, zoobentos, peces, macrófitas)
- Duración** : 2 meses (noviembre 2007-enero 2008)
- Financiamiento** : Aguas Araucanía S.A.
- Monto** : UF 262,5
- Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(230) "Diagnóstico de calidad de suelos y aguas subterráneas zona ampliación Caldera 2 de Petropower"

- Descripción** : La presente propuesta tiene por objetivo efectuar el diagnóstico del área de estudio dentro del recinto de la empresa ENAP, mediante la caracterización del suelo y aguas subterráneas. Se determinará así la distribución espacial de una eventual contaminación, la cual servirá de línea de base para estimar la calidad de estos estratos en futuros estudios.
- Duración** : 3 meses (noviembre 2007-febrero 2008)
- Financiamiento** : ENAP Refinerías
- Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama
- Monto** : UF 570

(231) "Auditoría Ambiental Independiente Proyecto Termoeléctrica Los Pinos"

- Descripción** : Los objetivos de esta auditoría fueron: a) Verificar el cumplimiento de la normativa aplicable en la etapa de construcción, así como la obtención de los permisos que sean necesarios, b) Proporcionar a los organismos de la Administración del Estado, con competencia ambiental, dispongan de un sistema de apoyo al control y seguimiento ambiental del Proyecto, c) Informar a la Autoridad Ambiental de los resultados de la aplicación del Plan de Medidas de Mitigación, Reparación, Compensación, Prevención de Riesgos y Control de accidentes durante la etapa construcción. d) Asegurar que el medio ambiente, en sus diversos componentes, evolucione según lo previsto en el EIA.
- Duración** : 9 meses (1º diciembre 2007-agosto 2008)
- Financiamiento** : Colbún S.A.
- Monto** : \$ 9.085.000.-
- Jefe de Proyecto** : M. Sc. Silvia Basualto

(232) "Diagnóstico de los derechos de agua en la población indígena de la región de La Araucanía"

- Descripción** : Dimensionar territorialmente la demanda sobre recursos hídricos de interés patrimonial, productivo y doméstico, para las comunidades mapuches de la novena región.
- Duración** : 6 meses (Enero-Agosto 2008)
- Financiamiento** : Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI).
- Monto** : \$ 38.777.782
- Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(233) "Diagnóstico de la zona de disposición de Residuos Sólidos y lodos de acería de Compañía Siderúrgica Huachipato"

**Descripción** : Determinar la influencia del relleno de escoria (zona de disposición de Residuos Sólidos y lodos) de acería de Compañía Siderúrgica Huachipato" sobre la composición del agua subterránea

**Duración** : 3 meses (enero-abril 2008)

**Financiamiento** : Compañía Siderúrgica Huachipato

**Monto** : UF 607

(234) "Marcaje de alevines de *Eleginops maclovinus* mediante pinturas elastoméricas (Visible Implant Elastomer Tags)".

**Descripción** : Se realizó un análisis de la mejor opción de marcaje mediante pinturas elastoméricas en alevines de *Eleginops maclovinus* de 5 g y luego se efectuó el marcaje de 5.000 individuos

**Duración** : Enero-Febrero 2008

**Financiamiento** : Universidad Católica de la Santísima de Concepción (CREA)

**Monto** : \$ 3.900.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dra Evelyn Habit

(235) "Estudio polución de material particulado por efecto de arenado en ASMAR (T)

**Descripción** : El objetivo del estudio es establecer los efectos que tendría la operación de un Dique Flotante Panamax en las instalaciones del Astillero de ASMAR (T) desde el punto de vista de emisiones atmosféricas de material particulado fino (MP10).

**Duración** : 3 meses (marzo-junio 2008)

**Financiamiento** : ASMAR (T)

**Monto** : \$ 11.385.920

**Jefe de Proyecto** : Dr. Jorge Jiménez

(236) "Muestreo Quincenal Río Valdivia y efluente"

**Descripción** : Consiste en el muestreo del río Cruces en forma puntual de parámetros físico-químicos, dos veces al mes y el RIL de la empresa Celulosa Arauco y Constitución de manera complementaria al Programa de Monitoreo del Proyecto Valdivia.

**Duración** : 10 meses (marzo 2008-marzo 2009)

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A. Planta Valdivia

**Monto** : UF 4.500

(237) "Análisis de agua de lagunas de Concepción"

**Descripción** : El objetivo de la primera etapa fue determinar la calidad del agua en 2 lagunas del área urbana de la comuna de Concepción (Laguna Las Tres Pascualas y Lo Custodio), en 5 puntos de muestreo en cada una de ellas. La segunda etapa se determinó la calidad del agua en Laguna Lo Méndez y Lo Galindo.

**Duración** : 2 meses (noviembre-diciembre 2007)  
2 meses (abril-mayo 2008)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Concepción

**Monto** : \$ 629.331. - \$ 985.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(238) "Confección de guía de manejo en terreno fiscal con alto valor en biodiversidad en la XII Región: Cabo Froward"

**Descripción** : Confección de una Guía de Manejo para terrenos fiscales con alto valor en biodiversidad a ejecutarse en el sector Cabo Froward (XII Región).

**Duración** : 2 meses (mayo 2008-julio 2008)

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 10.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(239) "Diseño de guía y habilitación de ruta patrimoniales en las región XII, Punta Arenas"

**Descripción** : Diseñar y habilitar Rutas Patrimoniales mediante la integración de variables físicas y humanas relevantes de las rutas en estudio, a través de las cuales se potencie el diseño de circuitos y subcircuitos patrimoniales, la unión de los puntos o hitos de interés más notables del territorio desde el punto de vista paisajístico, natural y/o cultural.

**Duración** : 5 meses (mayo 2008-octubre 2008)

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 7.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. María Dolores Muñoz

(240) "Diagnóstico indicadores biológicos en la Cuenca Rapel"

**Descripción** : Determinar presencia de especies acuáticas locales generando antecedentes científicos sobre sus límites toxicológicos que permitan su utilización como indicadores biológicos, complementando los criterios de control de calidad de las aguas en las normas secundarias de la cuenca hidrográfica Rapel.

**Duración** : 2 años (mayo 2008-mayo 2010)

**Financiamiento** : CONAMA VI Región

**Monto** : \$ 44.936.430

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(241) "Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto "Dragado del sitio Norte del terminal marítimo San Vicente de Abastible S.A." (sitio de Atraque del Terminal de Abastible S.A.)

**Descripción** : DIA del mencionado proyecto

**Duración** : 2 meses (Abril-junio 2008)

**Financiamiento** : Abastible S.A.

**Monto** : UF 1380.-

**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Adolfo Acuña

(242) "Caracterización de suelos para la Ampliación de Abastible Planta San Vicente"

**Descripción** : Definir la caracterización de los suelos en el área de la planta Abastible en San Vicente

**Duración** : 2 meses (mayo-julio 2008)

**Financiamiento** : Abastible S.A.

**Monto** : UF 1.136,0

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama

(243) "Programa de seguimiento durante la etapa de construcción y operación del proyecto de Ampliación Patio La Tosca de Puerto Lirquén.

**Descripción** : Se monitoreará los cambios producidos por la construcción y operación del proyecto Ampliación Patio La Tosca de Puerto Lirquén. Este esquema de seguimiento tendrá una periodicidad trimestral durante la etapa de Construcción y semestral durante la etapa de Operación. En cada estación, se realizarán mediciones de variables físicas y químicas, sobre muestras obtenidas desde dos niveles de la columna de agua, acorde a la profundidad del lugar (superficial <10% de la profundidad y fondo 80% de la profundidad máxima).

**Duración** : 5 años (junio 2008- junio 2012)

**Financiamiento** : Portuaria Lirquén S.A.

**Monto** : UF 4434,82

**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Adolfo Acuña

(244) "Continuidad estudios de fauna íctica en el río San Pedro"

**Descripción** : Los objetivos de este estudio fue darle continuidad a los trabajos de investigación más recientes, tales como los estudios específicos relacionados con *Diplomystes camposensis*, especie emblemática del río San Pedro. Generar actividades y material que permita consolidar y resumir toda la información levantada hasta ahora asociada al proyecto (ie línea base, impactos y medidas de seguimiento) lo que servirá de base para la etapa siguiente tanto del proyecto como de la actividad en la Estación Ecológica. En concreto y como producto final, se entregará la primera versión de un Libro de Divulgación Científica sobre la fauna íctica del río San Pedro, el cual permitirá sintetizar y consolidar toda la información inédita generada a partir de octubre del 2005. Este texto representará además una guía para la evaluación apropiada de los impactos de centrales hidroeléctricas sobre la fauna de peces nativos de Chile y tendrá alcances sobre las medidas de manejo adecuadas en cada caso y dar inicio al programa de seguimiento ambiental pre-construcción de la fauna de peces del río San Pedro, de tal manera de mantener actualizada la información obtenida hasta ahora y seguir registrando las fluctuaciones naturales del sistema ecológico.

**Duración** : Abril-octubre 2008

**Financiamiento** : Colbún S.A

**Monto** : UF 2.400.-

**Jefe de Proyecto** : Evelyn Habit

(245) Estudio Diagnóstico de la Biodiversidad Acuática y Bases Ecológicas y Ambientales para la Identificación de Indicadores Biológicos en la Cuenca del Río Itata

**Descripción** : Caracterizar las comunidades bióticas a tres niveles ecológicos: productores primarios, consumidores primarios y secundarios y estandarización de bioindicadores para monitorear la calidad del agua en la cuenca del río Itata.

**Duración** : 6 meses (agosto 2008–Febrero 2009)

**Financiamiento** : CONAMA VIII Región

**Monto** : \$ 8.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(246) Ejecución de Línea de Base para terrenos fiscales con alto valor en Biodiversidad a ejecutarse en el sector de Ranchillo Alto, VIII Región del Bío-Bío.

**Descripción** : Ejecución de un estudio de línea de base para un terreno fiscal con alto valor en biodiversidad a ejecutarse en el sector de Ranchillo Alto, VIII Región del Bío- Bío. El cual consiste en hacer un levantamiento exhaustivo de información de las variables intraprediales y del entorno (área de influencia).

**Duración** : 90 días (agosto 2008-noviembre 2008)

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 7.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(247) "Programa de Vigilancia Ambiental para el Puerto Talcahuano, año 2008"

- Descripción** : El objetivo de este Programa fue establecer un sistema particular de vigilancia y medición para el medio acuático en sus fases columna de agua y sedimentos. La propuesta contempló este Programa de Vigilancia Ambiental para el período estival e invernal 2008.
- Duración** : 7 meses (Agosto 2008-Marzo 2009)
- Financiamiento** : Portuaria Talcahuano-San Vicente
- Monto** : UF 1042,44
- Jefe de Proyecto** : M. Sc Adolfo Acuña

(248) "Evaluación limnológica general del Lago Vichuquén

- Descripción** : Este estudio consiste en una evaluación limnológica general del Lago Vichuquén, con el objeto de definir acciones prioritarias para su manejo, elaborando una carta batimétrica general del ecosistema lacustre; evaluando de manera preliminar el estado trófico del ecosistema lacustre, a través del análisis de variables físico-químicas de la columna de agua; evaluando el estado de los sedimentos lacustres, considerando la distribución de las facies texturales y del contenido de materia orgánica; realizando una evaluación rápida de la biodiversidad (ERB) de las comunidades bentónicas del sistema; evaluando los aportes de sedimentos y nutrientes de los principales afluentes al sistema; análisis global de la información obtenida, para la identificación de las principales amenazas al sistema y de aquellos estudios necesarios para un adecuado manejo de la cuenca.
- Duración** : 3 meses (agosto-noviembre 2008)
- Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Vichuquén
- Monto** : \$ 3.939.982.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(249) Confección de guía de manejo en terreno fiscal con alto valor en biodiversidad en la III región de Atacama: Punta Morro - Desembocadura río Copiapó y Bahía Cisne.

- Descripción** : Hacer una guía de manejo para el predio fiscal Punta Morro – Desembocadura río Copiapó y el predio fiscal Bahía Cisne, que constituyen el complemento terrestre del AMCP-MU de acuerdo a los objetivos de conservación biológica y sustentabilidad asociados a la AMCP-MU.
- Duración** : 120 días (1° septiembre -31 de diciembre 2008)
- Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales
- Monto** : \$ 8.000.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(250) Acción de apoyo: Análisis de estudios de base para la evaluación ambiental de proyectos en la región de Aysén

- Descripción** : El objetivo general de la acción de apoyo es profundizar en el conocimiento y pleno entendimiento de los proyectos hidroeléctricos proyectados para la Región de Aysén, esto a través de la revisión y análisis de los estudios de base, relacionados con el medio hídrico, desarrollados en forma previa a los EIA, como del EIA propiamente tal. Además, se entregará los análisis, con un enfoque muy preliminar de la crítica a las evaluaciones de impacto propiamente tales y las recomendaciones generales y particulares para lograr proyectos que sean más amigables desde el punto de vista ambiental, en cuanto a su diseño y operación, y en relación a las medidas de mitigación que puedan tomarse.
- Duración** : 360 días (1 septiembre 2008-25 de agosto 2009)
- Financiamiento** : DGA-MOP
- Monto** : \$ 54.000.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Meier-Dra. Alejandra Stehr

(251) "Guías de evaluación ambiental de proyectos hidroeléctricos asociados a obras de centrales menores a 20 MW"

**Descripción** : Contar con un marco orientador que apoye la evaluación ambiental de centrales hidroeléctricas asociadas a obras de riego y de otras centrales hidroeléctricas menores de 20 MW, que facilite su tramitación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, resguardando la calidad y cantidad de sus contenidos.

**Duración** : 245 días (Septiembre 2008-Junio 2009)

**Financiamiento** : Comisión Nacional de Energía

**Monto** : \$ 58.042.146

**Jefe de Proyecto** : Dra. Alejandra Stehr

(252) "Declaración de Impacto Ambiental proyecto "Dragado de mantención del sitio 1, área de maniobras y canalizo del Puerto Talcahuano TDR N° 04 – 2008

**Descripción** : La presente propuesta tiene como objetivo fundamental la elaboración de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) del proyecto "Dragado de Mantención del Sitio 1, Área de Maniobras y Canalizo del Puerto Talcahuano", para su correspondiente calificación por parte de la autoridad ambiental respectiva (COREMA Región del Biobío), de acuerdo a la legislación ambiental vigente. En esta propuesta se ha considerado realizar un análisis completo del proyecto, de la información generada en otros proyectos desarrollados en el área por Empresa Portuaria Talcahuano - San Vicente y otros usuarios del borde costero del área de influencia, y de los diferentes componentes ambientales presentes en el sector. Se considerarán las etapas de construcción, operación y abandono (eventual o definitivo) del proyecto.

**Duración** : 62 días (Octubre-Diciembre 2008)

**Financiamiento** : Portuaria Talcahuano-San Vicente

**Monto** : UF 898,45

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

(253) "Aplicación del índice biótico Ch Signal en comunidades de macroinvertebrados bentónicos en la cuenca del río Maipo"

**Descripción** : Aplicación del índice Biótico ChSignal desarrollado para comunidades de macroinvertebrados bentónicos para monitorear la calidad del agua en la cuenca del Río Maipo

**Duración** : 75 días (octubre-diciembre 2008)

**Financiamiento** : CONAMA-RM

**Monto** : \$ 5.900.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(254) "Diagnóstico y confección plan de gestión residuos sólidos Asociación de municipalidades del Punilla" región del Biobío"

**Descripción** : Formulación un Plan de Gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables para todo el territorio de la Asociación del Punilla, que englobe las etapas de recolección, transporte y disposición final, que se base en los principios del desarrollo sustentable, cumpla la legislación sanitaria y ambiental vigente y sea de mínimo costo económico para las comunas.

**Duración** : 8 meses (octubre 2008-Junio 2009)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Ñiquén

**Monto** : \$ 41.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama

(255) "Estudio sobre medio biótico, humano y construido requerido por Compañía Siderúrgica Huachipato para la elaboración de EIA relativo a su plan de desarrollo siderúrgico"

**Descripción** : Exponer una metodología y los diferentes aspectos que deberían tenerse en cuenta para desarrollar los estudios solicitados sobre los medios biótico, humano y construidos solicitados por la Compañía Siderúrgica Huachipato (CSH) para la elaboración de un EIA asociado a su Plan de Desarrollo Siderúrgico.

**Duración** : 9 semanas (octubre-diciembre 2008)

**Financiamiento** : Gestión Ambiental Consultores S.A.

**Monto** : UF 1.129.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Claudia Ulloa

(256) "Componente Socioeconómico y Cultural en la fase de operación de las centrales hidroeléctricas Peuchén-Mampil"

**Descripción** : Los objetivos del proyectos fueron: 1) Continuación del seguimiento continuo de variables e indicadores socioeconómicos y culturales en el área de influencia directa de las centrales hidroeléctricas Peuchén y Mampil, estimando, cuantitativa y cualitativamente, los cambios observados entre los años 2006 y 2008. El seguimiento se realizará en el área de influencia directa del proyecto, es decir, en la Hacienda de San Lorenzo y los centros poblados Salto El Perro, Las Malvinas y Cauñicura. 2) Generar una base de datos asociada a un SIG y complementarla con la ya existente, que permita sistematizar la información recopilada en terreno, como también los antecedentes obtenidos de entrevistas, encuestas y otras fuentes de información.

**Duración** : 60 días (octubre-diciembre 2008)

**Financiamiento** : IBENER S.A.

**Monto** : \$ 7.020.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(257) Áreas de relevancia ambiental vinculadas al agua en la cuenca del Río Baker y caracterización de aquellas relevantes para la conservación de poblaciones ícticas nativas, en lugares sin presencia de salmónidos.

**Descripción** : Los objetivos del proyectos son: Identificar, en la cuenca del Río Baker, las áreas de relevancia ambiental vinculadas al agua y diagnosticar aquellas que sean ecosistemas relevantes para la conservación de peces continentales, determinando y evaluando la composición y abundancia poblacional de peces nativos en los cuerpos de agua sin presencia de salmónidos. Se identificarán los atributos ambientales que destacan las áreas de relevancia ambiental y se delimitarán territorialmente, evaluando en forma general el estado de conservación en que se encuentran según el grado de intervención antrópica. Se considerarán tanto aquellas áreas que dependen del agua para su subsistencia (humedales, bofedales, etc.) como aquellas que sirven para proteger el recurso (bosques de recarga, riberas, etc.).

**Duración** : Noviembre 2008-Abril 2009

**Financiamiento** : CONAMA

**Monto** : \$ 35.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(258) "Programa de Seguimiento Pre y Post Dragado Canalizo del Sitio 1 de Empresa Portuaria Talcahuano-San Vicente"

**Descripción** : Programa de seguimiento para responder a observación en ICSARA N° 1 del Proyecto "DRAGADO SITIO NORTE DEL TERMINAL MARITIMO SAN VICENTE DE ABASTIBLE S.A.", según solicitud de la Dirección Regional de Pesca, Región del Bio-Bio.

**Duración** : diciembre 2008-enero 2010

**Financiamiento** : ABASTIBLE S.A.

**Monto** : UF 1420,12

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

(259) "Evaluación limnológica general de la Laguna Petrel (Pichilemu): Condición de verano 2008".

**Descripción** : Realización de una evaluación limnológica general de la Laguna Petrel, en la condición de verano del 2008, con el objeto de establecer su condición o salud ecológica.

**Duración** : diciembre 2008-abril 2009

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Bio-Bio ESSBIO S.A.

**Monto** : UF 653,3

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(260) "Programa de Vigilancia período estival Terminal Marítimo San Vicente de Abastible S.A."

**Descripción** : Sistema de Vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio abiótico y biótico que permitan reconocer el grado de alteración como consecuencia de las acciones de la etapa de operación del proyecto.  
enero2009-Mayo 2009

**Financiamiento** : Abastible S.A.

**Monto** : UF 488,93

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

(261) "Programa Seguimiento proyecto "Dragado Sitio Norte Terminal Marítimo San Vicente de Abastible S.A."

**Descripción** :

**Duración** : 16 meses (enero 2009-mayo 2010)

**Financiamiento** : Abastible S.A.

**Monto** : UF 1056,36

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

(262) "Revisión Estudios de Impacto Ambiental "Central Térmica Schwager" y "Central y Central Térmica RS Energía.

**Descripción** : Consiste en una revisión externa, científica y objetiva de los Estudios de Impacto Ambiental de dos centrales termoeléctricas en base a carbón pulverizado a ser construidas en las comunas de Coronel y Penco, respectivamente Central Térmica Schwager y Central Térmica RS Energía.

**Duración** : 10 días (enero 2009)

**Financiamiento** : Empresa SW Consulting

**Monto** : UF 414

**Jefe de Proyecto** : Dra. Claudia Ulloa

(263) "Declaración de Impacto Ambiental (D.I.A.) "Descarga efluente al mar Papeles Norske Skog Biobio"

**Descripción** : La presente propuesta tiene como objetivo presentar a Norske Skog Bío Bío las diferentes actividades a desarrollar para elaborar una Declaración de Impacto Ambiental para el proyecto "Descarga efluente al mar NSBB".  
En esta oferta, para elaborar la DIA y las Adenda que correspondan, se ha considerado un exhaustivo análisis de la información existente, de antecedentes respecto de la construcción y el análisis de los diferentes elementos ambientales asociados al área de influencia del Proyecto.

**Duración** : 90 días (marzo-junio 2009)

**Financiamiento** : Empresa Norske Skog

**Monto** : UF 1770,72

**Jefe de Proyecto** : Dra. Gladys Vidal

(264) "Caracterización de suelos área terminal Abastible

**Descripción** : Definir la caracterización de los suelos colindantes a la planta Abastible, camino a Lenga  
**Duración** : Marzo-mayo 2009  
**Financiamiento** : COPEC  
**Monto** : UF 433,4  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama

(265) "Diagnóstico y Plan de gestión para la recuperación de la calidad del agua del embalse Rapel"

**Descripción** : Realizar un diagnóstico acabado de la calidad de agua del embalse Rapel y el diseño de un plan de gestión para esta área debido a importantes cambios ocurridos en el ultimo tiempo en la calidad del recurso, que permita una gestión integrada de este recurso hídrico.  
**Duración** : 24 meses (Mayo 2009-Mayo 2011)  
**Financiamiento** : Conama VI Región  
**Monto** : \$ 91.984.620  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(266) Elaboración del expediente técnico, Plan de Gestión y administración del sitio prioritario "Área marina de la Península de Hualpén"

**Descripción** : Elaborar el Plan General de Administración y Gestión de la futura Área Marina Costera Protegida de Múltiples Usos en la Península de Hualpén. Establecer los requerimientos y costos de los recursos físicos, humanos y financieros para la implementación del Plan. Proponer las alternativas para el financiamiento de la futura Área Marina y Costera Protegida.  
**Duración** : 150 días (mayo-noviembre 2009)  
**Financiamiento** : Comisión Nacional del Medio Ambiente-VIII Región  
**Monto** : \$ 10.000.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(267) Asesoría para el seguimiento Proyecto Saneamiento Suelos Planta COMAP.

**Descripción** : Elaboración de un Informe final concluyente en cuanto a evaluar si el proceso de remediación se ajustó a las exigencias ambientales y al Acuerdo suscrito por Copec y el Ministerio de Bienes Nacionales  
**Duración** : 2 meses (Mayo-Julio 2009)  
**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales, Región de los Lagos  
**Monto** : \$ 3.500.000  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama

(268) Curso de capacitación "Efectos ambientales de planteles porcinos" (SISS).

**Descripción** : Al término del curso, los alumnos estarán capacitados para entender las implicancias de la contaminación proveniente de la actividad pecuaria en los ecosistemas, debido al manejo de los residuos sólidos y líquidos, tecnologías de tratamiento y disposición final.  
**Duración** : 16 horas (Mayo 2009)  
**Financiamiento** : Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)  
**Monto** : \$ 1.700.000  
**Jefe de Proyecto** : Dra. Gladys Vidal

(269) "Estudio medidas para enfrentar la contaminación por combustión residencial de leña (CONAMA, VI Región)".

**Descripción** : Elaborar un documento que identifique las medidas para enfrentar los problemas de la calidad del aire por combustión residencial de leña en la Región de O'Higgins  
**Duración** : 10 meses (mayo 2009-marzo 2010)  
**Financiamiento** : CONAMA VI Región  
**Monto** : \$ 18.657.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Jorge Jiménez

(270) Estudio de ecotoxicidad de Betamax in situ: Bioensayos y análisis de comunidad de macroinvertebrados

**Descripción** : Se realizan estudios de ecotoxicidad de Betamax (Cypermethrin) realizando bioensayos en las matrices ambientales: sedimentos, aguas y comunidades bentónicas

**Duración** : 1 año (mayo 2009-mayo 2010)

**Financiamiento** : Novartis Chile S.A.

**Monto** : \$ 45.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(271) "Diseño de guía y habilitación de tres (3) rutas patrimoniales, en las regiones de Arica y Paríacota, Valparaíso y Magallanes"

**Descripción** : Diseñar y habilitar tres Rutas Patrimoniales (R.P) mediante la integración de variables físicas y humanas relevantes de las rutas en estudio (Arica y Paríacota, Valparaíso y Magallanes), a través de las cuales se potencie el diseño de circuitos y subcircuitos patrimoniales, la unión de los puntos o hitos de interés más notables del territorio desde el punto de vista paisajístico, natural y/o cultural.

**Duración** : 5 meses (Junio-Noviembre 2009)

**Financiamiento** : Ministerio d Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 23.000.000.- (Arica y Paríacota: \$ 8.000.000.-, Valparaíso: \$ 7.000.000.-, Magallanes: \$ 8.000.000.-)

**Jefe de Proyecto** : Arica y Paríacota (Dr. Gerardo Azócar), Valparaíso (Arq. María Dolores Muñoz) y Magallanes (Dr. Mauricio Aguayo)

(272) "Validación y complementación de la aplicación del índice biótico ChSignal en la cuenca del río Maipo"

**Descripción** : Los objetivos del presente estudios son: Validar el Índice Biótico ChSIGNAL considerando toda la información existente para la Cuenca del Río Maipo, complementar y replicar los monitoreos existentes en los estudios realizados por el centro EULA (2007 y 2008) sobre profundización y caracterización de comunidades de macroinvertebrados bentónicos para la Cuenca del Río Maipo y aplicar el Índice Biótico ChSIGNAL establecido en los estudios realizados por el centro EULA (2007 y 2008).

**Duración** : 115 días (Julio- Noviembre 2009)

**Financiamiento** : Conama RM

**Monto** : \$ 5.800.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(273) Confección y ejecución de un estudio de línea de base para terreno fiscal con alto valor en biodiversidad ubicado en el sector del río Paralelo, Región de Magallanes y Antártica Chilena

**Descripción** : Ejecutar la línea de base ambiental de un terreno fiscal de 15.360 has, con alto valor en Biodiversidad ubicado en un lugar extremo y sin accesos terrestres definidos como es la cuenca del río Paralelo, en la comuna de Timaukel, región de Magallanes y Antártica Chilena, consistente en hacer un levantamiento de las variables en el predio y su entorno, realizando una caracterización del predio en sus aspectos físicos, bióticos y abióticos, contexto territorial, límites del predio, accesos e infraestructura.

**Duración** : 120 días (Julio-Noviembre 2009)

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 13.478.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(274) "Diagnóstico y Plan de Gestión de Residuos Sólidos para la Comuna de Concepción.

**Descripción** : El objetivo es mejorar la gestión de los Residuos Sólidos Domiciliarios de la comuna, a fin de disminuir el volumen de los mismos, estableciendo planes de minimización como compostaje, reciclaje u otros métodos que permitan implementar un plan de gestión integral de manejo de los residuos sólidos domiciliarios, para así obtener beneficios para la población y el medio ambiente.

**Duración** : 20 meses (Agosto 2009-enero 2010)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Concepción

**Monto** : \$55.148.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama

(275) "Programa de Vigilancia periodo invernal Terminal Marítimo San Vicente de Abastible S.A."

**Descripción** : Sistema de Vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio abiótico y abiótico que permitan reconocer el grado de alteración como consecuencia de las acciones de la etapa de operación del proyecto.

**Duración** : agosto – diciembre 2009

**Financiamiento** : Abastible S.A.

**Monto** : UF 489,5

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Adolfo Acuña

(276) Talleres asociados al contrato "Guías de evaluación ambiental de proyectos hidroeléctricos asociados a obras de centrales menores a 20 MW"

**Descripción** : Tres talleres regionales con organismos con competencia ambiental, a objeto de complementar y actualizar los contenidos de las Guías Hidroeléctricas

**Duración** : julio 2009-30 diciembre 2009

**Financiamiento** : Comisión Nacional de Energía

**Monto** : \$ 15.000.000

**Jefe de Proyecto** : Dra. Alejandra Stehr

(277) "Diseño Plan de Gestión Integrado de Residuos Sólidos Domiciliarios para la Comuna de San Pedro de la Paz"

**Descripción** : Plan de Gestión Integrado de Residuos Sólidos Domiciliarios para la comuna de San Pedro de la Paz, compatible con la protección de la salud de las personas y el medio ambiente y que permita reducir paulatinamente a lo menos en un diez por ciento el volumen per cápita de residuos generados durante los primeros cinco años.

**Duración** : 28 semanas (Septiembre 2009-Abril 2010)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz

**Monto** : \$39.670.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama

(278) "Plan de Manejo de Fauna Ictica y Calidad de Agua del río San Pedro

**Descripción** : Efectuar un plan manejo especie-específico que considere las alternativas más viables que permitan mantener las poblaciones de esta fauna íctica a ambos lados de la represa según su distribución, entre los cuales debe considerar al menos siembra y traslocación y un plan de seguimiento. Dicho plan de manejo, deberá ser presentado antes de la construcción del muro de la represa y supeditarse a la aprobación de la Autoridad Pesquera.

**Duración** : septiembre 2009-septiembre 2012

**Financiamiento** : Colbún

**Monto** : UF 24.681.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(279) Análisis territorial y planificación Parque Nacional Alerce Costero.

**Descripción** : Elaborar el Plan de Manejo del Parque Nacional Alerce Costero, orientando el uso de su territorio para garantizar el cumplimiento de sus objetivos de creación y la preservación de sus ecosistemas. Considerando las siguientes etapas: Preparación y análisis contextual, Análisis Territorial, Ordenación y programación, Dirección y evaluación

**Duración** : 40 semanas (septiembre 2009-Julio 2010)

**Financiamiento** : Corporación Nacional Forestal (CONAF)

**Monto** : \$ 43.095.510

**Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(280) "Declaración de Impacto Ambiental Mulchén DIA Proyecto Hidroeléctrico Mulchén"

**Descripción** : Elaboración de la DIA de una minicentral hidroeléctrica, ubicada en la cercanía de Mulchén, Región del Biobío, así como su ingreso al SEIA para la correspondiente calificación por parte de la autoridad ambiental respectiva (COREMA, Región del Biobío)

**Duración** : 2 meses (octubre 2009-diciembre2010)

**Financiamiento** : Andes E&C Energy and Capital S.A.

**Monto** : UF 540

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alejandra Stehr

(281) Actualización Catastro, demanda y oferta de tierras, aguas y riego para indígenas, Etapa I

**Descripción** : Realizar una estimación preliminar sobre la base de la actualización de la información existente y disponible en CONADI, de la oferta-demanda de tierras y aguas indígenas en las provincias de Arauco, Malleco, Cautín y Valdivia, sobre la base de las tierras indígenas reconocidas por el estado chileno en el artículo 12 de la Ley N° 19.253 o Ley Indígena y en los criterios considerados en los subsidios de tierras indicados en el Artículo 20b) del mismo Cuerpo Legal.

**Duración** : 60 días (noviembre 2009-enero 2010)

**Financiamiento** : Secretaría General de la Presidencia -Corporación Nacional Indígena, CONADI

**Monto** : \$ 31.119.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(282) Curso Propuesta metodológica uso indicadores biológicos.

**Descripción** : Curso de capacitación en Metodologías para el uso de indicadores biológicos en los sistemas acuáticos  
**Duración** : 3 días (diciembre 2009)  
**Financiamiento** : Comisión Nacional del Medio Ambiente, VI Región  
**Monto** : \$ 3.000.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(283) Programa de seguimiento ambiental (PVA) de la biota acuática, en el área del Complejo Hidroeléctrico Peuchén-Mampil

**Descripción** : Programa de Vigilancia Ambiental de la biota acuática en el área del Complejo Hidroeléctrico Peuchén-Mampil  
**Duración** : 12 semanas (diciembre 2009-marzo 2010)  
**Financiamiento** : Ibener S.A.  
**Monto** : UF 518,8  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(284) Programa de Seguimiento, Vigilancia y Control de Terminal Marítimo

**Descripción** : Establecer un sistema de vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio inerte y biótico, que permitan reconocer el eventual grado de alteración como consecuencia de las acciones de la operación del terminal de acuerdo a lo indicado en la Resolución N° 176/2002.  
**Duración** : 1 año (enero 2010-enero 2011)  
**Financiamiento** : Abastible S.A.  
**Monto** : UF 876,13.-  
**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Adolfo Acuña

(285) Catastro Georeferenciado de Riesgos y Peligros Naturales en la Red Vial

**Descripción** : Identificar las áreas de riesgos por fenómenos naturales que comprometan a la red vial nacional a través de la sistematización y análisis de la información de dichos fenómenos naturales que han afectado a la red vial en los últimos 20 años, en consideración a las modificaciones necesarias de implementar en la infraestructura vial, como consecuencia de los posibles efectos que el cambio climático pueda generar en el futuro.  
**Duración** : 1 año (Abril 2010-Abril 2011)  
**Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas  
**Monto** : \$ 88.000.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(286) Transferencia de Modelos de Gestión Territorial en Cuencas Productivas

**Descripción** : Potenciar el desarrollo productivo sustentable silvoagropecuario en tres cuencas (Río Palena Bajo, Río Cisnes y Río Aysén), a través de la implementación de un modelo de gestión territorial que contemple la generación, manejo y transferencia de información actualizada sobre los recursos naturales renovables y la actividad socioeconómica existentes en cada una de ellas.  
**Duración** : 3 años (Junio 2010-Junio 2013)  
**Financiamiento** : Servicio Agrícola y Ganadero  
**Monto** : \$619.532.000  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(287) Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Comuna de Hualpén

**Descripción** : Elaborar un estudio de gestión integral de residuos sólidos para la comuna de Hualpén, incluyendo cada una de sus unidades vecinales, considerando la pertinencia y coherencia de las acciones a proponer, y a través de una metodología participativa e inclusiva.

**Duración** : 4 meses (18 semanas) (Junio-Octubre 2010). Ext plazo a dic 2015

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Hualpén

**Monto** : \$ 34.125.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Bezama 2010-2012-Patricia González mayo 2012-diciembre 2015

(288) Levantamiento Circuito Turístico Península Muñoz Gamero

**Descripción** : Diseñar un Circuito Turístico Marítimo-Terrestre en la Península Muñoz Gamero, considerando como elementos centrales, los recursos naturales, culturales, históricos, paisajísticos de los terrenos fiscales, administrados por Bienes Nacionales, ubicados en la comuna de Natales, Provincia de Última Esperanza respondiendo junto con ello al interés de actores empresariales vinculados con una iniciativa del Programa de Mejoramiento de la Competitividad denominado Turismo de Naturaleza y Aventura y bajo una mirada de protección y preservación del medio.

**Duración** : 9 meses (junio 2010-marzo 2011)

**Financiamiento** : SEREMI Ministerio de Bienes Nacionales XII Región

**Monto** : \$ 57.500.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(289) Elaboración de un Manual para la realización de mediciones de caudal utilizando metodologías ADCP

**Descripción** : Elaboración de un manual para la realización de mediciones de caudal mediante metodología hidroacústicas ADCP

**Duración** : 15 días (15-30 septiembre 2010)

**Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas

**Monto** : \$ 1.197.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Diego Caamaño

(290) Estudio para análisis de la factibilidad técnica y económica de normar por carga, en las normas de emisión considerando capacidad del cuerpo receptor

**Descripción** : La presente consultoría tiene como objetivo principal evaluar la factibilidad técnica y económica de contar con futuras regulaciones para la gestión del recurso hídrico, que incorpore valores límites de emisión por carga contaminante; y analizar la información necesaria para evaluar la capacidad de carga.

**Duración** : 8 meses (Noviembre 2010-julio 2011)

**Financiamiento** : Comisión Nacional del Medio Ambiente

**Monto** : \$ 60.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Alejandra Stehr

(291) Elaboración del Plan de Manejo del Parque Nacional Queulat Provincias de Aysén y Coyhaique, Región de Aysén

**Descripción** : El presente estudio tiene por objeto general la elaboración del Plan de Manejo del Parque Nacional Queulat y desarrollar la etapa de análisis territorial de la vecina Reserva Nacional Lago Rosselot utilizando como base para ello la metodología de planificación de Áreas Protegidas que posee CONAF

**Duración** : 1 año (noviembre 2010-noviembre 2011)

**Financiamiento** : Corporación Nacional Forestal

**Monto** : \$ 68.500.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(292) "Monitoreo Ambiental Camino de la Madera".

**Descripción** : Monitorear los factores ambientales: geomorfología, paisaje, residuos sólidos y líquidos de la ruta comprendida entre San Pedro de la Paz y Nacimiento, bajo la Concesionaria Camino de la Madera S.A., de acuerdo a las exigencias del Ministerio de Obras Públicas.

**Duración** : Enero-diciembre 2010.

**Financiamiento** : Camino de la Madera S.A."

**Monto** : UF 432

**Jefe de Proyecto** : Dra. Gladys Vidal

(293) "Distribución de Egeria densa en la Laguna Grande de San Pedro y lago Lanalhue". Celulosa Arauco y Constitución S.A..

**Descripción** : Estudio de la cobertura de la Egeria densa en el sistema acuático de Laguna Grande y Lago Lanalhue a través de imágenes satelitales

**Duración** : 2° Semestre 2010

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Monto** : UF 209

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(294) "Diagnóstico y optimización de la planta de tratamiento de aguas servidas de Contulmo". Empresa de Servicios Sanitarios del Bio-Bío.

**Descripción** : Este estudio tuvo como objetivo realizar un diagnóstico y evolución del sistema de tratamiento para eliminar materia orgánica y nitrógeno

**Duración** : Septiembre 2010-enero 2011.

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío S.A.-Nuevo Sur

**Monto** : UF 486

**Jefe de Proyecto** : Dra. Gladys Vidal

(295) "Estudio de Evacuación de aguas servidas a canales urbanos para ESSBIO".

**Descripción** : Se realiza un monitoreo a los sectores bajos del río Biobío (sector la Mochita y sector Desembocadura) y se evalúa el estado de las aguas evacuadas por el Canal Price e Ifarle y sus zonas.

**Duración** : Mayo-Diciembre 2010.

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Biobío S.A

**Monto** : UF 184

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(296) "Estudios de Monitoreo Ambiental en el Humedal Tubul-Raqui".

**Descripción** : Monitoreo continuo de salinidad, presión atmosférica e influencia de las mareas por cambio de nivel del agua en dos estaciones del humedal Tubul-Raqui.

**Duración** : Abril 2010 – Abril 2011.

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Monto** : \$10.779.020

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos Z.

(297) "Estudio de los sedimentos y material particulado en la población Santa Clara", Pobladores de Talcahuano.

**Descripción** : Los objetivos del estudio son: a) Conocer los niveles de contaminación del suelo existente en las calles y propiedades de la Población Santa Clara de Talcahuano afectados por el maremoto del 27 de febrero de 2010, b) Comparar los niveles de metales peligrosos en los suelos encontrados en la población Santa Clara con niveles de referencia (normas internacionales) para suelos con uso habitacional c) Conocer las concentraciones ambientales de MP10 en la población Santa Clara d) Conocer la composición de metales en el material particulado recolectado en la Población Santa Clara, para finalmente, Generar una propuesta de acciones para mitigar las condiciones actuales de calidad del suelo de existir problemas de contaminación

**Duración** : Octubre 2010- 2011

**Financiamiento** : Pobladores de Población de Santa Juana

**Monto** : \$3.100.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Jorge Jiménez

(298) "Auditoría Ambiental al Manejo de Cenizas de la Central Termoeléctrica Santa María"

**Descripción** : Los objetivos de la presente auditoría fueron a) Verificar el cumplimiento de las obligaciones señaladas en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) del Proyecto, incluyendo la normativa ambiental vigente, b) Detectar e informar los impactos no previstos generados por el Proyecto durante esta etapa, c) Proponer nuevas medidas para solucionar desviaciones detectadas o impactos no previstos, en caso que estos ocurriesen.

**Duración** : Enero-Mayo 2011

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : \$4.085.000

**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Silvia Basualto

(299) "Construcción del plan de gestión de residuos sólidos domiciliarios y asimilables de la región del Biobío"

**Descripción** : Diseñar un Plan Regional de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables para el período 2010-2030, que permita a las comunas que integran el territorio ya sea de manera individual o asociativa, contar con una estrategia común de manejo, de acuerdo a las políticas estratégicas regionales instauradas por sus autoridades.

**Duración** : 240 días (Enero-julio 2011). Ext plazo a marzo 2014

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Hualpén

**Monto** : \$ 84.800.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar- Dra Patricia González (2012-2014)

(300) "Diagnóstico y propuesta para la conservación y uso sustentable de los humedales lacustres y urbanos principales de la región del Biobío".

**Descripción** : Identificar las medidas para protección y uso sustentable de ambientes acuáticos para la región del Biobío, principalmente lacustres y costeros, que consideren actividades de manejo y/o restauración. Proponer prioridades de conservación de acuerdo a su importancia para la conservación de la biodiversidad, considerando también la dimensión social y económica.

**Duración** : 5 meses (Enero-Junio 2011)

**Financiamiento** : Servicio Evaluación Ambiental

**Monto** : \$12.955.200

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Araneda

(301) "Apoyo en la Implementación del Plan de Monitoreo Global de los COP's en los países de América Latina y el Caribe"

- Descripción** : El objetivo de esta consultoría es apoyar al Ministerio en su rol de Coordinador Nacional del Proyecto GEF/UNEP denominado "Implementación del Plan de Monitoreo Global de los COP's en los países de América Latina y el Caribe" colaborando al cumplimiento eficaz y eficiente de los objetivos y actividades de dicho proyecto.
- Duración** : 10 meses (Febrero-Diciembre 2011)
- Financiamiento** : Ministerio de Medio Ambiente-Subsecretaría de Medio Ambiente
- Monto** : \$ 7.400.000.-
- Jefe de proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(302) "Estudio comunidades bentónicas y dinámica sedimentaria sector Escuadrón"

- Descripción** : Objetivos:
- a) Cuantificar el grado de disipación de la energía de oleaje y el estado morfodinámico al que corresponde la playa donde se emplazará el proyecto.
  - b) Determinar las características granulométricas del sedimento.
  - c) Evaluar capacidad de recuperación de montos de sedimentos en zona de extracción a través de un análisis de dinámica sedimentaria con trampas de sedimento.
  - d) Relacionar la dinámica sedimentaria y granulometría del sedimento con las características hidrográficas del lugar de emplazamiento del proyecto.
  - e) Caracterizar las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de playas de arena intermareales.
- Duración** : Marzo 2011
- Financiamiento** : Particular (Patricio Varela Sabando)
- Monto** : UF 280
- Jefe de Proyecto** : Dr. Cristián Vargas

(303) "Observaciones y seguimiento al estudio para determinar el efecto de la desecación de plantas de lucheillo (Egeria densa) expuestas al clorato"+

- Descripción** : La presente propuesta tiene por objeto llevar a cabo la revisión de los aspectos conceptuales y metodológicos y seguimiento en el tiempo, del "estudio para determinar el efecto de la desecación sobre plantas de "lucheillo" (Egeria densa) expuestas al clorato. Dicho estudio ha sido propuesto por los doctores Alvaro Palma y Alex Schwarz. El estudio pondrá a prueba la hipótesis: "El clorato, a dosis subletales, equivalentes a las máximas que ocurrieron en el humedal durante el periodo marzo-mayo de 2004, tiene un efecto negativo sobre parámetros biológicos asociados con el desempeño y la sobrevivencia del lucheillo cuando luego se ve expuesto a condiciones de desecación prolongada, como las registradas en la parte alta del humedal durante el mes de mayo de 2004"
- Duración** : Junio-Agosto 2011
- Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.
- Monto** : \$10.892.851
- Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(304) "Diagnóstico de ordenamiento territorial en Caleta María y Lago Fagnano, Tierra del Fuego"

- Descripción** : Elaborar un Plan de Ordenamiento Territorial para los sectores de Lago Fagnano y Caleta María, ubicados al sur de la Isla de Tierra del Fuego, que incorpore propuestas de ordenamiento productivo en concordancia con el desarrollo general de la Provincia de Tierra del Fuego, que permitan potenciar el asentamiento de una futura villa turística, en forma programada, ordenada y sustentable
- Duración** : 7 meses (Julio 2011-Febrero 2012)
- Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales
- Monto** : \$ 68.579.000
- Jefe de proyecto** : Arq. María Dolores Muñoz

(305) "Curso PCBs: Aspectos Ambientales y Tecnológicos"

**Descripción** : Curso de Capacitación que organiza la Universidad de Antofagasta, Departamento de Química  
**Duración** : 2 días Noviembre 2011  
**Financiamiento** : Universidad de Antofagasta  
**Monto** : UF 60  
**Jefe de proyecto** : Dr, Ricardo Barra

(306) "Efectos de la implementación de la Norma Primaria de Calidad del Aire MP 2,5 y de la Norma de Emisión de Centrales Termoeléctricas; y Revisión de la Norma Primaria de Calidad del Aire MP10, en el sector Termoeléctrico"

**Descripción** : Análisis de los efectos de la implementación de las Normas de Material particulado respirable MP 2.5 y de Emisión de Centrales Termoeléctricas; y revisión de la Norma de calidad para MP 10, en el sector termoeléctrico; su incidencia en la calidad del aire y el establecimiento de estrategias de manejo  
**Duración** : 210 días (julio-febrero 2012)  
**Financiamiento** : Subsecretaría de Energía  
**Monto** : \$ 29.000.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Jorge Jiménez

(307) "Estudio experimental de mantención en cautiverio de *Diplomystes camposensis*"

**Descripción** : Este estudio se llevará a cabo en la Estación Ecológica del río San Pedro, lo cual implica la continuidad de su operación, tal como lo indica la RCA. Para ello, se montará un sistema simple de acuarios en el laboratorio húmedo de la Estación Ecológica y un sistema de almacenamiento exterior de agua proveniente del río, la cual puede ser traída en camiones y almacenada en el estanque de cabecera.  
**Duración** : 1 año (Julio 2011-Julio 2012)  
**Financiamiento** : Colbún S.A  
**Monto** : UF 2.412  
**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(308) "Estudio de la preservación de estructuras foliares en un material de relleno para la urbanización"

**Descripción** : El objetivo de este estudio fue estimar la preservación de restos vegetales dentro de un material de relleno utilizado para la construcción de viviendas en la ciudad de Talcahuano.  
**Duración** : 2 años (2012-2014)  
**Financiamiento** : Inmobiliaria Miramar, Thno  
**Monto** : UF 199,92  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Araneda

(308) "Propuesta de línea de base integrativa del ecosistema acuático del humedal Tubul-Raqui"

**Descripción** : Conocer el estado actual de la cuenca hidrográfica del humedal Tubul-Raqui, a través del establecimiento de una línea de base que considere un análisis un análisis ecosistémico integrativo, como base para la adopción de medidas de conservación

**Duración** : 14 meses (Julio-septiembre 2012)

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución

**Monto** : UF 1098,48

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(309) "Medición de material particulado, monóxido de carbono y eficiencia térmica para diferentes estufas del mercado nacional"

**Descripción** : El objetivo general del estudio es evaluar las emisiones de material particulado, monóxido de carbono y eficiencia térmica de los calefactores a leña ofertados en el mercado local

**Duración** : 6 meses (agosto 2011-febrero 2012)

**Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente

**Monto** : \$ 46.681.176.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Jorge Jiménez

(310) "Análisis de fitoplancton en muestras de aguas"

**Descripción** : Realizar un análisis cuantitativo de 121 muestras de fitoplancton provenientes de diferentes lagos y ríos a lo largo de Chile.

**Duración** : 3 meses (julio-octubre 2011)

**Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas - Dirección General de Aguas

**Monto** : \$ 5.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(311) "Elaboración de una Guía para el desarrollo de Líneas de Base para Ecosistemas Acuáticos Continentales: Limnología para evaluadores y consultores en el SEIA"

**Descripción** : Elaborar una Guía para el desarrollo de líneas base en ecosistemas acuáticos continentales en el marco del SEIA, y las metodologías pertinentes para el desarrollo de programas de monitoreo y seguimiento por tipo de sistema. La Guía deberá contemplar los contenidos y uniformar las metodologías de levantamiento de información para cada uno de los sistemas límnicos, con la finalidad de caracterizar adecuadamente las áreas, previas a su intervención.

**Duración** : 120 días (julio-noviembre 2011)

**Financiamiento** : Servicio de Evaluación Ambiental

**Monto** : \$ 19.800.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Oscar Parra B.

(312) "Planes Marco de Desarrollo Territorial (UDE's 7: Chimbarongo, Placilla, San Fernando)"

**Descripción** : Efectuar la formulación de un Plan Marco de desarrollo territorial (PMDT), para la UDE7, aplicando la metodología aprobado por MIDEPLAN, con los siguientes objetivos: 1) Identificar los focos de oportunidades de desarrollo productivo y económico que orienta la demanda en infraestructura rural de un grupo de subterritorios, 2) Levantar, participativamente, las necesidades de inversión que refuerzan dichas oportunidades y 3) Evaluar la rentabilidad integrada del conjunto de la inversión que define el PMDT.

**Duración** : 7 meses (agosto-2011- marzo 2012)

**Financiamiento** : Gobierno Regional de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins

**Monto** : \$ 53.700.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar G.

(313) "Establecimiento de red de estaciones nivo-glaciares de cordillera de la región O'Higgins y desarrollo de un modelo para la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca del río Rapel"

**Descripción** : Determinación de las reservas de agua de origen nivo-glaciar en las zonas precordilleranas y cordilleranas e implementación de un modelo de gestión del recurso hídrico de las cuencas de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, por un periodo de tres años.

**Duración** : 3 años (septiembre 2011-septiembre 2014)

**Financiamiento** : Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC)-Gobierno Regional de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins VI Región

**Monto** : \$ 632.889.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(314) "Estudio para proponer alternativas de manejo al problema de formación de espuma en el mar en la zona de descarga del agua de refrigeración de Empresa GAS ATACAMA"

**Descripción** : Se requiere desarrollar un estudio que permita establecer las causas de formación de la espuma considerando efectos naturales y antrópicos del fenómeno, para proponer medidas de mitigación y/o eliminación de la espuma. Habrá una etapa preliminar con un costo de UF 119 y luego una etapa de desarrollo que tiene un costo de UF 156.- La etapa preliminar del estudio considera la elaboración de un diagnóstico preliminar de la problemática a abordar para definir en una segunda etapa una fase de diseño experimental para afinar y probar las tres hipótesis propuestas

**Duración** : octubre-diciembre 2011

**Financiamiento** : Empresa Gas Atacama

**Monto** : UF 119 + UF 156

**Jefe de Proyecto** : Claudia Ulloa

(315) "Implementación de un sistema de gestión de calidad para el laboratorio de micropropagación de INFOR"

**Descripción** : Se propone realizar el proceso de implementación del Sistema de Gestión de Calidad a través de Etapas de Diagnóstico, Capacitación, Implementación, Verificación y Certificación

**Duración** : 3 meses (octubre-diciembre 2011)

**Financiamiento** : INFOR S.A.

**Monto** : UF 30 (primera etapa)

**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Silvia Basualto

(316) "Estudios complementarios al EIA del Parque Científico y Tecnológico de UdeC."

**Descripción** :

**Duración** : 1 mes (Noviembre 2011)

**Financiamiento** : Dirección de Investigación UdeC

**Monto** : UF 827

**Jefe de Proyecto** : Dr. Oscar Parra B.

(317) "Jornada de Capacitación en SIG y Teledetección"

**Descripción** : Curso de Capacitación para 15 funcionarios de INDAP

**Duración** : 2 días (Octubre 2011)

**Financiamiento** : Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Coyhaique

**Monto** : \$ 1.500.000

**Jefe de Proyecto** : Jorge Féliz

(318) "Análisis de riesgos de desastres y zonificaciones costeras región del Bio-Bío

**Descripción** : Realizar un análisis integrado de las zonas costeras y una sistematización del proceso de actualización del instrumento "Zonificaciones comunales del uso de borde costero" en las 16 comunas litorales de la región del Bio Bio.

**Duración** : 9 meses (Noviembre 2011-Agosto 2012)

**Financiamiento** : Gobierno Regional del Bio-Bío

**Monto** : \$ 98.475.500.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(319) "Diagnóstico de la Tenencia de Propiedad Rural de la Tierra para la Zona Norte de la Región de Aysén"

**Descripción** : Identificar y analizar la situación actual de tenencia de aquellas propiedades identificadas en el programa de Ordenamiento Territorial de Cuencas Productivas de Aysén y que no presentan información de ROL y/o inscripción de dominio que permita clarificar su propietario y situación de tenencia de la tierra.

**Duración** : 2 meses (noviembre-diciembre 2011)

**Financiamiento** : Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Coyhaique

**Monto** : \$ 19.300.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(320) "Diplomado en Análisis y Gestión del Ambiente" modalidad b-learning en las Regiones de Arica y Paríacota, de Valparaíso y de Aysén"

**Descripción** : Diplomado para profesionales de la Subdere

**Duración** : 4 meses (noviembre-diciembre 2011 y marzo-abril 2012)

**Financiamiento** : SUBDERE

**Monto** : \$ 99.991.156

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Mireya Abarzúa

(321) "Curso de Capacitación Avanzado en Estudio de Impacto Ambiental"

**Descripción** : Curso de Capacitación para funcionarios del Ministerio de Medio Ambiente

**Duración** : 4 días (1-3 de Diciembre)  
Ministerio de Medio Ambiente 2011)

**Monto** : \$ 4.300.000.-

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Silvia Basualto

(322) "Diagnóstico Plan Marco Desarrollo Territorial, Territorio Villa O'Higgins"

**Descripción** : Este trabajo se realizará en 4 etapas:  
Etapa 1. Diagnóstico de la Situación Actual del Subterritorio.  
Etapa 2. Planificación Estratégica  
Etapa 3. Definición del PMDT: Evaluación Privada y Social  
Etapa 4. Matriz de Marco Lógico y Validación del PMDT

**Duración** : 5 meses (Enero-Junio 2012)

**Financiamiento** : Gobierno Regional de Aysén

**Monto** : \$64.500.625

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar G.

(322) "Diagnóstico Plan Marco Desarrollo Territorial, Caleta Tortel"

**Descripción** : Este trabajo se realizará en 4 etapas:  
Etapa 1. Diagnóstico de la Situación Actual del Subterritorio.  
Etapa 2. Planificación Estratégica  
Etapa 3. Definición del PMDT: Evaluación Privada y Social  
Etapa 4. Matriz de Marco Lógico y Validación del PMDT

**Duración** : 5 meses (Enero-Junio 2012)

**Financiamiento** : Gobierno Regional de Aysén

**Monto** : \$63.925.625

**Jefe de Proyecto** : Mg. Rita Navarro

(323) "Diagnóstico de recursos silvoagropecuarios de la comuna de O'Higgins para la planificación de iniciativas de fomento"

**Descripción** : Potenciar el desarrollo productivo sustentable de las actividades silvoagropecuarias en la comuna de O'Higgins, a través de la implementación de un modelo de gestión territorial que contemple la realización de un diagnóstico territorial y una línea de base con información productiva sistematizada y detallada, así como también la generación, manejo y transferencia de información actualizada sobre los recursos naturales renovables y la actividad socioeconómica existentes en dicha comuna, (sub)cuenca(s) y predios que la componen.

**Duración** : 7 meses (mayo-diciembre 2012)

**Financiamiento** : Servicio Agrícola y Ganadero-Aysén

**Monto** : \$ 73.000.000

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar G.

(324) "Análisis de fitoplancton en muestras de aguas"

**Descripción** : Realizar un análisis cuantitativo de 199 muestras de fitoplancton provenientes de diferentes lagos y ríos a lo largo de Chile.

**Duración** : 6 meses (mayo-noviembre 2012)

**Financiamiento** : Ministerio de Obras Públicas - Dirección General de Aguas

**Monto** : \$ 10.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(325) Estudio de la preservación de estructuras foliares en un material de relleno para urbanización.

**Descripción** : Estimar la preservación de restos vegetales dentro de un material de relleno utilizado para construcción de viviendas.

**Duración** : Junio 2012-2014

**Financiamiento** : Inmobiliaria Miramar

**Monto** : UF 199,92

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Araneda

(326) "Diplomado en Análisis y Gestión del Ambiente" modalidad b-learning en las Regiones de los Ríos y de Magallanes y Antártica Chilena

**Descripción** : Diplomado para profesionales de la Subdere

**Duración** : 5 meses (Julio-diciembre 2012)

**Financiamiento** : SUBDERE

**Monto** : \$ 60.000.000

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Mireya Abarzúa

(327) "Elaboración de "Etapa B", Plan de Manejo Parque Nacional Laguna San Rafael Región de Aysén

**Descripción** : Establecer el Análisis Territorial para el Plan de Manejo de la unidad Parque Nacional Laguna San Rafael, conforme el procedimiento metodológico establecido en la Etapa B del Manual Técnico N° 23 de la Corporación Nacional Forestal denominado "Método para la Planificación del Manejo de Áreas Protegidas" es decir desarrollo de la Etapa B del Método

**Duración** : 4 meses (agosto-diciembre 2012)

**Financiamiento** : CONAF

**Monto** : \$ 18.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo A.

(328) "Monitoreo limnológico Línea de trazado Eléctrico Horcones-Lagunillas y Fundo La Playa

**Descripción** : Se realizó monitoreo de parámetros físico-químicos en diferentes cuerpos de agua en la línea de trazado eléctrico de Horcones-Lagunillas y en el Fundo La Playa (agua y sedimento), además de análisis del fitobentos, zoobentos, flora y fauna (peces, mamíferos, aves, anfibios)

**Duración** : 2 mes (septiembre-octubre 2012)

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Monto** : UF 1497,6

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(329) "Caracterización de aspectos indígenas en el marco del EIA Parque Eólico Raqui"

**Descripción** : Caracterizar los aspectos indígenas en el marco del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Parque Eólico Raqui, identificando y caracterizando las comunidades y tierras indígenas que forman parte del área de inserción del proyecto, situadas en las comunas de Arauco, Curanilahue y extremo norte de la comuna de Lebu definido por los puntos y/o límites: Quipao, Puente Trongol, Puentes Garzas y límites comunales norte de Arauco e identificando y describiendo los eventuales efectos ambientales adversos sobre los grupos humanos indígenas, atribuibles a la ejecución del proyecto

**Duración** : 12 semanas (septiembre-diciembre 2012)

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Monto** : \$ 27.840.000.

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(330) "Continuidad Plan de Seguimiento de Fauna Íctica y Calidad del Agua"

**Descripción** : Las actividades a considerar en el Programa de Seguimiento, corresponden a aquellas que presentan compromisos ambientales en la Resolución Exenta N° 118/08, de la COREMA Región de Los Ríos, del 3 de octubre 2008 (en adelante RCA), que están relacionados a la fauna íctica y de calidad de agua, del área de influencia del proyecto según lo indicado en el considerando 8 página 162 de la RCA.

**Duración** : (Octubre 2012 a la fecha)

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : UF 679,1 por campaña

**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(331) "Análisis de Cobertura espacial de praderas de Luchecillo y de otras macrófitas sumergidas en el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter. Otoño 2012".

**Descripción** : a) Disponer de un mapa de la distribución, coberturas e indicadores comunitarios de las asociaciones de "Luchecillo" y de otras macrófitas sumergidas existentes el humedal.  
b) Establecer el grado de similitud de la situación actual con la reportada en la literatura con anterioridad al 2004.

**Duración** : Octubre 2012

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Monto** : UF 2.083,80

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(332) "Determinación del posible impacto de la cipermetrina y deltametrina en el medio marino y su efecto en *Mytilus chilensis*"

**Descripción** : Evaluar el impacto de cipermetrina y deltametrina en el medio marino y sus efectos sobre la especie *Mytilus chilensis*  
5 meses (Noviembre 2012-abril 2013)

**Financiamiento** : Subsecretaría de Pesca

**Monto** : \$ 30.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(333) "Desarrollo de guías metodológicas estandarizadas de muestreo y de análisis químicos para áreas background y para la investigación confirmatoria y evaluación de riesgo en suelos/sitios con presencia de contaminantes"

**Descripción** : Elaborar una guía metodológica estandarizada de muestreo y análisis químicos de suelos/sitios con presencia de contaminantes, para apoyar el proceso de gestión de éstos en el país, impulsado por el MMA.

**Duración** : 3 meses (Noviembre 2012-Febrero 2013)

**Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente

**Monto** : \$ 11.820.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Araneda

(334) "Implementación de un sistema de gestión de calidad para el laboratorio de química del Centro de Investigación en Ecosistema de la Patagonia, Coyhaique".

**Descripción** : Implementación de NCh 17025/2005 en el laboratorio de química del CIEP  
**Duración** : Diciembre 2012-Agosto 2013  
**Financiamiento** : Centro de Investigación en Ecosistema de la Patagonia  
**Monto** : UF 336  
**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Silvia Basualto

(335) "Supervisión ambiental independiente, Central Hidroeléctrica Ñuble".

**Descripción** : Auditoría ambiental independiente de la Central Hidroeléctrica Ñuble  
**Duración** : Diciembre 2012-Diciembre 2013  
**Financiamiento** : ENERPLUS  
**Monto** : UF 3.181  
**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Silvia Basualto

(336) "Determinación del efecto de un producto químico en *Mytilus chilensis*".

**Descripción** : Se evaluará el efecto del producto en la cholga (*M.chilensis*)  
**Duración** : Diciembre 2012-Abril 2013  
**Financiamiento** : BAYER  
**Monto** : UF 598.5  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(337) Diagnóstico de propiedades fiscales en la comuna de Juan Fernández- Región de Valparaíso

**Descripción** : Realizar la identificación de las propiedades ubicadas en el sector poblado de la isla Juan Fernández, en el sector del Aeródromo y sector El Puente en Bahía El Padre de la isla Robinson Crusoe, distinguiendo las propiedades fiscales de aquellas particulares y determinando las propiedades fiscales disponibles, que permitan dar solución a los requerimientos sobre inmuebles fiscales, principalmente de carácter habitacional. Lo anterior permitirá el ordenamiento, administración y planificación del territorio insular en cuestión, todo lo señalado en función y concordancia con las necesidades de sus habitantes y el carácter de Patrimonio Ambiental como Reserva Mundial de la Biosfera  
**Duración** : 8 meses (marzo-noviembre 2013)  
**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Juan Fernández- Secretaría Regional Ministerial de Bienes Nacionales de la Región de Valparaíso  
**Monto** : \$ 141.000.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(338) Diagnóstico ambiental y plataforma informática de apoyo a la implementación del plan de restauración ecológica del Parque Nacional Torres del Paine

**Descripción** : Elaborar un diagnóstico ambiental actualizado de los impactos generados por el incendio 2011-2012 e implementar una plataforma informática de apoyo a la toma de decisiones para la restauración del Parque Nacional Torres del Paine.  
**Duración** : 14 semanas (junio-octubre 2013)  
**Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente  
**Monto** : \$ 13.800.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(339) Seguimiento de la biota acuática durante etapa de construcción de la Central Hidroeléctrica La Mina

**Descripción** : Realizar el seguimiento de las comunidades planctónicas (fitoplancton y zooplancton), de las comunidades bentónicas (fitobentos y zoobentos), de las comunidades de peces. Analizar la variabilidad espacial y temporal del conjunto de la biota acuática, tomando como referencia la línea de base ambiental del proyecto y toda la información disponible para el área.

**Duración** : 1 año (junio 2013-octubre 2017)

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : UF 1.891,91

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(340) "Auditoría Ambiental Independiente Fase de Operación de Central Termoeléctrica Coronel, VIII Región"

**Descripción** : Auditoría Ambiental de Central Termoeléctrica Coronel, VIII Región"

**Duración** : 2 auditorías anuales 2013

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : \$ 1.720.000.-

**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Silvia Basualto

(341) "Estudio de la Interacción Río-Mar en el Humedal Tubul-Raqui a través del monitoreo continuo de salinidad y mareas".

**Descripción** : Estudiar la dinámica del humedal luego de haber sido afectada por el mega terremoto de febrero del 2010

**Duración** : enero-abril 2013

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Monto** : UF 1.063,1

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos Z.

(342) "Seguimiento genético 2013 de la ictiofauna del río San Pedro para la central hidroeléctrica San Pedro"

**Duración** : año 2013

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : UF 544 (cada seguimiento)

**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(343) "Estudio del ecosistema fluvial en el área de influencia de las descargas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Los Ángeles"

**Descripción** : Caracterización de la variabilidad espacial (4 estaciones) de la composición y estructura de las comunidades de peces, bioindicadores bentónicos y de sus hábitats acuáticos (columna de agua y sedimentos), en el período de estiaje. · Caracterización físico-química y microbiológica del efluente realizada contemporáneamente al estudio del ecosistema fluvial. · Análisis interpretativo de los resultados, en relación al grado de deterioro de las aguas de las estaciones de referencia situadas aguas arriba de la descarga, y al efecto del efluente sobre el ecosistema situado aguas abajo de ella.

**Duración** : Marzo-Abril 2013

**Financiamiento** : ESSBIO S.A.

**Monto** : UF 358,6

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(344) "Estudio del ecosistema fluvial en el área de influencia de las descargas de la planta de tratamiento de aguas servidas de Chillán"

**Descripción** : Caracterización de la variabilidad espacial (4 estaciones) de la composición y estructura de las comunidades de peces, bioindicadores bentónicos y de sus hábitats acuáticos (columna de agua y sedimentos), en el período de estiaje. · Caracterización físico-química y microbiológica del efluente realizada contemporáneamente al estudio del ecosistema fluvial. · Análisis interpretativo de los resultados, en relación al grado de deterioro de las aguas de las estaciones de referencia situadas aguas arriba de la descarga, y al efecto del efluente sobre el ecosistema situado aguas abajo de ella.

**Duración** : Marzo-Abril 2013

**Financiamiento** : ESSBIO S.A.

**Monto** : UF 358,6

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(345) "Evaluación del piretroide deltametrina para la aplicación en sistemas marinos"

**Descripción** : Evaluar el impacto del piretroide deltametrina (1%) utilizado para el tratamiento de salmones en cultivo durante la etapa marina

**Duración** : 2 meses (enero-agosto)

**Financiamiento** : Centro Veterinario y Agrícola Ltda. (Centrovet)

**Monto** : UF 151.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(346) "Programa de Vigilancia Calidad del Agua, Puerto Lirquén"

**Descripción** : El objetivo de dicho Programa es establecer un sistema de vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio inerte y biótico, que permitan reconocer el grado de alteración del ambiente marino como consecuencia de las acciones realizadas durante las etapas de construcción y operación del proyecto de acuerdo a lo indicado el EIA.

**Duración** : enero-diciembre 2013

**Financiamiento** : Portuaria Lirquén

**Monto** : UF 756.-

**Jefe de Proyecto** : Biól. Mar. Fabiola Lara

(347) "Diseño de una obra hidráulica para el paso de peces a través de la central Perquilaquén"

**Descripción** : Cotización 372/2013

**Duración** : mayo-junio 2013

**Financiamiento** : Empresa Eléctrica Perquilauquén S.A.

**Monto** : \$ 7.587.600

**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(348) "Estudio de Diagnóstico y análisis de terrenos fiscales con alto potencial turístico ubicados en la Región de Magallanes y la Antártica Chile"

- Descripción** : El estudio comprende la elaboración de un diagnóstico territorial y posterior identificación de potenciales productos turísticos asociados a cada predio fiscal analizado y la formulación de una propuesta de estrategia de gestión territorial cuyos productos específicos son: definición de modelo de negocios, estrategia de promoción, definición de usos preferentes, tasaciones comerciales y otros que se detallaran en la Metodología y Plan de Trabajo que forman parte de esta oferta. Asimismo, se llevará a cabo un análisis de Puñihuilmercado para disponer de información actualizada que permita definir la demanda de suelo a corto y mediano plazo (5-15 años) en lo referente al desarrollo de proyectos turísticos ambientalmente sustentables en las comunas de Natales, Punta Arenas, Río Verde y Torres del Paine; en particular, en los sectores identificados por el MNB como territorios que presentan potencialidades para el desarrollo de proyectos turísticos,
- Duración** : 4 meses (Julio 2013-noviembre 2013)
- Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales
- Monto** : \$ 40.790.000
- Jefe de Proyecto** : Arq. María Dolores Muñoz

(349) Curso de capacitación teórico-práctico: "Tratamiento de efluentes provenientes de la industria de celulosa kraft mediante sistema biológicos aeróbicos".

- Duración** : 16 horas, 11, 18, 25 de Julio y 01 de agosto 2013
- Financiamiento** : CMPC Celulosa S.A. – Planta Santa Fe
- Monto** : UF 65.-
- Jefe de Proyecto** : Dra. Gladys Vidal

(350) "Monitoreo de plaguicidas en agua y sedimentos"

- Descripción** : Evaluar los potenciales impactos que produce la aplicación de plaguicidas en predios agrícolas sobre la calidad del agua superficial, a través de la implementación de un monitoreo de plaguicidas en la cuenca del río Cachapoal en distintos períodos de producción agrícola
- Duración** : 1 año (septiembre 2013-2014)
- Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente
- Monto** : \$ 10.000.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra R.

(351) "Implementación de acciones de restauración ecológica del Parque Nacional Torres del Paine"

- Descripción** : El objetivo principal de este estudio es implementar acciones de restauración contempladas en el Plan de Restauración Ecológica y Diagnostico Ambiental del Parque Nacional Torres del Paine, después del incendio ocurrido. Se monitoreará los indicadores ambientales definidos para la restauración ecológica del Parque Nacional Torres del Paine. Se ejecutará experiencias de control-erradicación de plantas invasoras en el Parque Nacional Torres del Paine. Se recolectará, seleccionará y almacenará semillas de plantas de unidades vegetacionales esteparias o arbustivas afectadas por el incendio del Parque Nacional Torres del Paine.
- Duración** : 30 semanas (agosto 2013-abril 2014)
- Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente
- Monto** : \$ 74.000.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(352) Plan de Manejo Laguna San Rafael

**Descripción** : Continuación Proyecto anterior  
**Duración** : Agosto 2013-Mayo 2014  
**Financiamiento** : CONAF  
**Monto** : \$ 10.500.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(353) "Actualización de antecedentes técnicos para desarrollar Norma Secundaria de Calidad para la protección de las aguas marinas del Golfo de Arauco (Punta Puchoco a Punta Lavapié) en la región del Biobío"

**Descripción** : Actualizar información de Calidad del agua del Golfo de Arauco y generar líneas de acción para gestionar la Norma de Calidad secundaria para la protección de las aguas marinas del Golfo de Arauco en la Región del Biobío.  
**Duración** : 4 meses (septiembre 2013-enero 2014)  
**Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente  
**Monto** : \$10.000.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Araneda

(354) Monitoreo salmones Camanchaca. Salmones Camanchaca S.A.

**Descripción** : Monitoreo y análisis de suelos  
**Duración** : septiembre-diciembre 2013  
**Financiamiento** : Salmones Camanchaca S.A  
**Monto** : \$ 1.836.319  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Araneda

(355) Evaluación del Antibiótico Florfenicol para su aplicación en sistemas marinos.

**Descripción** : Evaluar el impacto del antibiótico Florfenicol 50% utilizado para el tratamiento de salmones en cultivo durante la etapa marina  
**Duración** : septiembre-diciembre 2013  
**Financiamiento** : Diagnotec S.A.  
**Monto** : UF 221.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(356) Curso de Capacitación "Actualización de la institucionalidad ambiental nacional".

**Duración** : 92 horas, 30 septiembre – 5 diciembre 2013  
**Financiamiento** : Curso Abierto  
**Monto** : N.A.  
**Jefe de Proyecto** :

(357) Curso de Capacitación "Aspectos técnicos y legales para la gestión medioambiental de Octopus en la octava región".

**Duración** : 12 horas, 10-11 octubre 2013  
**Financiamiento** : Australis Power  
**Monto** : \$ 915.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dra. Claudia Ulloa

(358) "Isotermas de adsorción de hierro y manganeso en Greensand-t y Greensand"

**Descripción** : El objetivo de esta propuesta es evaluar las propiedades de adsorción de dos materiales denominados "greensand-1" y "greensand-2", y evaluar sus capacidades de adsorción para manganeso y hierro en una matriz líquida

**Duración** : octubre-diciembre 2013

**Financiamiento** : Empresa de Servicios Sanitarios del Bío-Bío

**Monto** : UF 159.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Gladys Vidal

(359) "Análisis de sensibilidad de especies marinas"

**Descripción** : Aplicación de herramientas para evaluar los efectos de la nueva sustancia sobre organismos nativos en ecosistemas de agua dulce y marina,

**Duración** : octubre-febrero 2013

**Financiamiento** : Novartis S.A.

**Monto** : UF 584.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(360) "Estudio de Seguimiento de Fauna Íctica y Calidad del Agua del Río San Pedro"

**Descripción** : Seguimiento de fauna íctica y de calidad de agua del río San Pedro, en el área de influencia del proyecto según lo indicado en la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto, período 2013-2014.

**Duración** : octubre 2013-octubre 2014

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : UF 5.284,14

**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(361) Monitoreo río Toltén. Aguas Araucanía S.A.

**Descripción** : Se realizará monitoreo Río Toltén mediante análisis químico y de las comunidades biológicas (fitobentos, zoobentos, peces, macrófitas)

**Duración** : noviembre 2013-enero 2014.

**Financiamiento** : Aguas Araucanía S.A.,

**Monto** : UF 324.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(362) Monitoreo de microalgas, columna de agua y sedimentos en la zona de descarga del canal de Masisa S.A. al Estero Coihueco (Cabrero).

**Descripción** : Análisis físico-químico de la columna de agua, sedimentos y análisis biológicos (microalgas perifíticas), en dos estaciones localizadas aguas arriba y dos aguas abajo al Estero Coihueco.

**Duración** : noviembre 2013- a la fecha

**Mandante** : MASISA S.A.

**Jefe de Proyecto** : Dra. Claudio Valdovinos

**Monto** : UF 127,9

(363) "Caracterización de Calidad de Aguas en Mina Chiflón del Diablo".

**Descripción** : Se propone evaluar la calidad de las aguas en puntos estratégicos, que permitan determinar si ésta puede seguir siendo evacuada directamente al mar o requiere de un tratamiento previo

**Duración** : diciembre 2013-enero 2014

**Financiamiento** : Corporación de Fomento a la Producción

**Monto** : UF 324,19

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(364) Caracterización fauna íctica de la ribera sur del río Biobío, en el sector Patagual.

**Descripción** :  
**Duración** : 2 mes (diciembre 2013-enero 2014)  
**Financiamiento** : Colbún S.A.  
**Monto** : UF 42,0  
**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(365) "Supervisión ambiental independiente, Central Hidroeléctrica Ñuble".

**Descripción** : Auditoría ambiental independiente de la Central Hidroeléctrica Ñuble  
**Duración** : Enero 2014-Diciembre 2014  
**Financiamiento** : Hidroñuble  
**Monto** : UF 3.647,30.-  
**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Silvia Basualto

(366) "Análisis del impacto económico y ambiental del abastecimiento estable de GCL a la Región del Biobío

**Descripción** :  
**Duración** : Enero 2014-?  
**Financiamiento** : Australis Power  
**Monto** : UF 771  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudia Ulloa

(367) Construcción, análisis e informe tres pozos PACIFIC

**Descripción** : Según cotización N° 51/2014. Se construirán tres pozos de 10 mt cada uno, recubierto en pVC de 110 mm, radier de protección y tapa metálica.  
**Duración** : Enero 2014-¿  
**Financiamiento** : Empresas de Servicios Sanitarios del Biobío (ESSBIO S.A.)  
**Monto** : \$ 13.322.405  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudia Ulloa

(368) Estudio de Flora y Fauna en el Depósito de Residuos Industriales No Peligrosos Buena Vista Frigerio

**Descripción** : Actualización de Línea Base con campaña estival que complemente la identificación, ubicación, distribución, diversidad, abundancia de las especies de flora y fauna que componen los ecosistemas terrestres existentes, con especial énfasis en aquellas clasificadas en alguna de las categorías de conservación que dispone el D.S. N° 29, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres según Estado de Conservación.  
**Duración** : marzo-junio 2014  
**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A  
**Monto** : UF 706  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(369) Monitoreo para determinar el estado ecológico en las sub cuencas de los Ríos Cachapoal y Tinguiririca

**Descripción** :  
**Duración** :  
**Financiamiento** : Ministerio de Medio Ambiente  
**Monto** : \$ 4.600.00  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(370) Línea Base Rio San Pedro

**Descripción** : Actualización de la Línea Base histórica con que cuenta el Centro EULA desde los años 2005 al 2014. Se realizará calidad del agua  
**Duración** : 1 año (abril 2014-abril 2015)  
**Financiamiento** : COLBUN  
**Monto** : \$ 81.843.571.  
**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(371) Estudio geológico y de inundabilidad Buena Vista Frigerio.

**Descripción** : La propuesta comprende un estudio Hidrogeológico y un estudio de inundabilidad para una tasa de retorno de 100 años

**Duración** : mayo-¿??

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución S.A.

**Monto** : UF1.799,7

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(372) Análisis de fitoplancton en muestras de agua dulce

**Descripción** : Realizar un análisis cuantitativo de 199 muestras de fitoplancton provenientes de diferentes lagos y ríos a lo largo de Chile.

**Duración** : Mayo-noviembre 2014

**Financiamiento** : DGA-MOP

**Monto** : UF 12.999.879

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(373) Evaluación y análisis de productos antiparasitarios en el ambiente marino.

**Descripción** : Determinar las concentraciones en agua y sedimento de los productos químicos utilizados como antiparasitarios (cipermetrina, deltametrina y azametifos) por la salmonicultura, junto con evaluar los posibles impactos en la biota acuática marina.

**Duración** : junio 2014-julio 2015

**Financiamiento** : Subsecretaría de Pesca

**Monto** : \$ 97.723.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

(374) Recopilación de información y metodologías para la estimación de emisiones de fuentes difusas en Chile.

**Descripción** : Recopilar información relevante a nivel nacional e internacional para la determinación de las emisiones difusas a cuerpos de agua superficiales y de medidas de abatimiento para su control.

**Duración** : 8 meses (julio 2014-marzo 2015)

**Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente

**Monto** : \$ 34.975.930.

**Jefe de Proyecto** : Dra. Alejandro Stehr

(375) Análisis y reformulación de red de monitoreo de lagos Región de Los Ríos

**Descripción** : Determinar el estado trófico actual y su evolución en el tiempo de los lagos Panguipulli, Riñihue, Calafquén, Neltume, Pirehueico y Puyehue e implementar medidas de gestión a mediano plazo en cada uno de los lagos descrito

**Duración** : junio 2014-octubre 2016

**Financiamiento** : DGA-MOP

**Monto** : \$ 149.850.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia.

(376) Comparación espacial y temporal de la biota acuática y calidad del agua del río Cruces en relación a la operación con Policloruro de la Planta Valdivia

**Descripción** :

**Duración** : julio 2014-2016

**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución

**Monto** : UF 2.186.73

**Jefe de Proyecto** : Evelyn Habit

(377) Estudio de línea base limnológica y calidad del agua Cuenca Río Aconcagua.

**Descripción** : Realizar un análisis con enfoque ecosistémico, considerando las múltiples interacciones entre los diferentes compartimentos presentes en el ecosistema fluvial y el área de drenaje la cuenca del río Aconcagua, abarcando desde las nacientes del río Blanco en la zona cordillerana hasta la desembocadura al mar del río Aconcagua. Ello incluye análisis de las dimensiones longitudinal (a lo largo del cauce), lateral (interacciones con el sistema terrestre) y temporal (especialmente, el régimen de caudales) del sistema fluvial.

**Duración** : 15 meses (agosto 2014- noviembre 2015)  
Extensión 6 meses (diciembre-mayo 2016)

**Financiamiento** : Codelco

**Monto** : \$ 337.298.622.-+\$ 15.297.881

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(378) Monitoreo de evaluación del estado ecológico de la cuenca hidrográfica de Rapel, mediante uso de bioindicadores

**Duración** : septiembre-diciembre 2015

**Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente

**Monto** : \$ 8.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(379) "Costo-beneficio de implementar una red de gas natural en ciudades con consumo intensivo de leña"

**Descripción** : Evaluar el costo-beneficio de implementar una red de gas natural en ciudades con consumo intensivo de leña

**Duración** : 25 semanas (agosto 2014-marzo 2015)

**Financiamiento** : Ministerio de Energía

**Monto** : \$ 50.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Rosa Herrera/ Dra. Claudia Ulloa

(380) "Mesa Biobío de Hidroelectricidad, inserta en el proceso participativo de la política energética de largo plazo

**Descripción** : Generar una propuesta participativa con los principales lineamientos que debiera incorporar la política energética en el ámbito de desarrollo hidroeléctrico sustentable, con una visión regional.

**Duración** : agosto-diciembre 2014

**Financiamiento** : Ministerio de Energía

**Monto** : \$ 35.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(381) "Ajuste Cartográfico de tres ADI de la novena región"

**Descripción** : Ajustar cartográficamente los límites de las Áreas de Desarrollo Indígena (ADI) en la región de la Araucanía. Los objetivos específicos son:

**Duración** : 4 meses (agosto-diciembre 2014)

**Financiamiento** : Corporación Nacional Indígena

**Monto** : \$ 30.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(382) "Recuperación de Ecosistemas Terrestres y Humedales del Santuario de la Naturaleza de la Península de Hualpén, para Mejorar el Bienestar Humano: Rescatando la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos"

**Descripción** : Contribuir a la protección y conservación de la biodiversidad de la región del Biobío, garantizando el involucramiento ciudadano al Santuario de la Naturaleza Península de Hualpén, y potenciando su territorio como un foco de desarrollo y uso sustentable de su patrimonio natural y cultural.

**Duración** : enero 2015-enero 2016

**Financiamiento** : Fondo de Protección Ambiental-Illustre Municipalidad de Hualpén- Ministerio de Medio Ambiente

**Monto** : \$ 121.500.000.-

**Jefe de Proyecto** : Mauricio Aguayo

(383) Programa de Seguimiento, Vigilancia y Control del Terminal Marítimo San Vicente año 2015

**Descripción** : El objetivo de dicho Programa es establecer un sistema de vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio inerte y biótico, que permitan reconocer el grado de alteración del ambiente marino como consecuencia de las acciones realizadas durante las etapas de construcción y operación del proyecto de acuerdo a lo indicado en la Resolución N° 176/2002.

**Duración** : enero-diciembre 2015

**Financiamiento** : Abastible S.A.

**Monto** : UF 1004,08

**Jefe de Proyecto** : Biol. Mar. Fabiola Lara

(384) "Programa de seguimiento durante la etapa de construcción y operación del proyecto de ampliación patio La Tosca de Puerto Lirquén"

**Descripción** : El objetivo de dicho Programa es establecer un sistema de vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio inerte y biótico, que permitan reconocer el grado de alteración del ambiente marino como consecuencia de las acciones realizadas durante las etapas de construcción y operación del proyecto de acuerdo a lo indicado el EIA.

**Duración** : enero-diciembre 2015

**Financiamiento** : Portuaria Lirquén S.A.

**Monto** : UF 807

**Jefe de Proyecto** : Bio. Mar. Fabiola Lara

(385) "Auditoría de verificación de cumplimiento legal ambiental. PETROPOWER ENERGÍA LTDA"

**Descripción** :

**Duración** : Octubre 2014-Mayo 2015

**Financiamiento** : ENAP

**Monto** : UF 925

**Jefe de Proyecto** : Dra. Claudia Ulloa

(386) "Estudio Caracterización de Material Particulado en el área de influencia del CITA"

**Descripción** :

**Duración** : Noviembre 2014-Marzo 2015

**Financiamiento** : Ecobio S.A.

**Monto** : \$ 4.964.075

**Jefe de Proyecto** : Dr. Jorge Jimenez

(387) "Estudio de Mercado de la leña en Coronel"

**Descripción** :

**Duración** : enero 2015- junio 2015

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : UF 776

**Jefe de Proyecto** : Jorge Jiménez

(387) Monitoreo de microalgas, columna de agua y sedimentos en la zona de descarga del canal de Masisa S.A. al Estero Coihueco (Cabrero).

**Descripción** : Análisis físico-químico de la columna de agua, sedimentos y análisis biológicos (microalgas perifíticas), en dos estaciones localizadas aguas arriba y dos aguas abajo al Estero Coihueco, en período estival e invernal.

**Duración** : marzo 2015 – julio 2017

**Mandante** : MASISA S.A.

**Jefe de Proyecto** : Dra. Claudio Valdovinos

**Monto** : UF 178,25 (2015)  
UF 346,15 (2016)  
UF 346,15 (2017)

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

(388) "Actualización Planes de Manejo Monumento Natural Islotes de Puñihuil y Reserva Nacional Llanquihue, Región de Los Lagos

**Descripción** : Revisar la vigencia de la información contenida en el Análisis Contextual y el Análisis Territorial de los planes de manejo de Monumento Natural Islotes de Puñihuil y Reserva Nacional Llanquihue, y actualizar lo que resulte pertinente, teniendo como referencia el procedimiento metodológico establecido en el Manual "Método para la Planificación del Manejo de Áreas Protegidas" (Núñez, 2008) y someter a un proceso de actualización los contenidos en Ordenación y Programación y de Dirección y Evaluación de los planes de manejo de Monumento Natural Islotes de Puñihuil y Reserva Nacional Llanquihue. Especialmente en lo referido a los objetivos de manejo, la estructura espacial asociada (zonificación) y la instrumentación necesaria para su logro, su seguimiento y retroalimentación, siguiendo el procedimiento metodológico establecido en el Manual "Método para la Planificación del Manejo de Áreas Protegidas" (Núñez, 2008).

**Duración** : abril 2015-diciembre 2015

**Financiamiento** : CONAF

**Monto** : \$ 10.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo

(389) "Estudio, Diseño y Habilitación Ruta Patrimonial del Carbón de la Región del BioBio"

**Descripción** : Este estudio se ejecutará mediante la integración de variables físicas y humanas relevantes de la ruta en estudio, a través de la cual se potencie el diseño de circuitos y sub circuitos patrimoniales, la unión de los lugares o hitos de interés más notables del territorio desde el punto de vista de la historia y del desarrollo económico y social de las comunidades en torno a la explotación del carbón, en su contenido paisajístico, natural y marco geográfico, haciendo especial énfasis en los espacios significativos del territorio con características propias ligadas al patrimonio minero y que la ciudadanía le atribuye valores históricos, culturales y/o sociales

**Duración** : 3 meses (julio-octubre 2015)

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 14.215.000.-

**Jefe de Proyecto** : Arq. María Dolores Muñoz

(390) "Monitoreo para la vigilancia de la norma secundaria de calidad de aguas de la cuenca del río Biobío

**Descripción** : Monitoreo de parámetros físico-químicos-microbiológicos. Evaluación del estado de la calidad del agua cada una de las áreas de vigilancia de la presente licitación. Recopilación de toda la información biológica existente de la cuenca del río Biobío, y sistematización en relación a las áreas de vigilancia establecidas en la tabla 1 de las presentes bases técnicas. Actualización de la base de datos que tiene el Ministerio del Medio Ambiente para Sistemas de Información Geográfica para la NSCABB.

**Duración** : 9 meses (julio 2015-abril 2016)

**Financiamiento** : Ministerio de Medio Ambiente

**Monto** : \$ 25.000.000.-

**Jefe Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa

(391) "Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del Área Urbana de la Comuna de Puerto Montt"

**Descripción** : Los objetivos de este estudio son: a) Definir riesgos naturales reales o potenciales para el emplazamiento o consolidación de asentamientos humanos dentro del área urbana de Puerto Montt, a través de una zonificación de riesgos, señalando las condiciones o prevenciones que se deben adoptar para subsanar o mitigar los efectos de estos peligros.  
b) Resguardar el patrimonio ambiental del área urbana de Puerto Montt, reconociendo todas las zonas o elemento naturales protegidos por el ordenamiento jurídico vigente, tales como: borde costeros y marítimos, lacustres o fluviales, parque nacionales, reservas nacionales y monumentos naturales.

**Duración** : 4 meses (agosto-diciembre 2015)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Puerto Montt

**Monto** : \$ 50.000.000.-

**Jefe Proyecto** : Dr Octavio Rojas

(392) "Asesoría para Ejecución de Planes Territoriales en las Mesas Newen de la comuna de la Unión, región de los Ríos"

**Descripción** : Asesorar a las comunidades Indígenas en las mesas territoriales, formulando proyectos, su seguimiento y en la ejecución y cierre de los mismos.

**Duración** : 5 meses (agosto-diciembre 2015)

**Financiamiento** : Corporación Nacional Indígena

**Monto** : \$ 40.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

(393) "Análisis de las condicionantes para el desarrollo hidroeléctrico en las cuencas de los ríos Palena, Cisnes, Aysén, Baker y Pascua, desde el potencial de generación a las dinámicas socio-ambientales"

**Descripción** : Determinar las condicionantes, a escala de sub-subcuenca (SSC), de las cuencas de los ríos Palena, Cisnes, Aysén, Baker y Pascua, para la realización de proyectos de generación hidroeléctrica, considerando el potencial de generación y variables ambientales, sociales, culturales y productivas

**Duración** : 32 semanas (noviembre 2015-septiembre 2016)

**Financiamiento** : Ministerio de Energía

**Monto** : \$ 290.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Alejandra Stehr G.

(394) Estudio de barreras comportamentales para bocatoma proyecto San Pedro

**Descripción** : Proponer un diseño de barrera comportamental para evitar el ingreso de peces nativos e introducidos desde el embalse a la bocatoma o aducciones de la central hidroeléctrica San Pedro (CHSP), y así impedir que sigan por el circuito de las turbinas Kaplan, canal de restitución y reingreso al río.

**Duración** : 2 meses (octubre-diciembre 2015)

**Financiamiento** : Colbún S.A.

**Monto** : \$ 18.642.000

**Jefe Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(395) Diagnóstico energético prospectivo y Plan de Acción 2016-2020 para la Región del Biobío

**Descripción** : El principal objetivo del proceso de Ordenamiento Territorial Energético Regional, es desarrollar Planes Energéticos Regionales, que orienten y entreguen las certezas que requieren los proyectos de inversión del sector, en coherencia con las características, vocaciones y aptitudes que ofrezcan los territorios, bajo un enfoque participativo (público-privado) y de coordinación multisectorial regional. Esto se desarrollará en base a un análisis y profundización de las principales componentes sectoriales, es decir, generación, transmisión y distribución, lo que se expresará mediante la elaboración de un diagnóstico prospectivo sectorial, la construcción de un marco de planificación energético regional y un procedimiento de validación multisectorial e integración con otros instrumentos de ordenamiento territorial.

**Duración** : 25 semanas (Noviembre-junio 2016)

**Financiamiento** : Ministerio de Energía

**Monto** : \$ 60.500.000

**Jefe Proyecto** : Dra. Claudia Ulloa

(396) Análisis de trazado natural del cauce del estero Las Ulloas y demás cursos de agua que se ubican sobre el predio de propiedad de Valmar.

**Descripción** :

**Duración** : Octubre 2015-Enero 2016

**Financiamiento** : Valmar S.A.

**Monto** : UF 200,4

**Jefe de Proyecto** : Dra. Alejandra Stehr

(397) Auditoría ambiental independiente Fase Operación "Central Termoeléctrica Santa María"

**Duración** : octubre 2015-agosto 2016

**Financiamiento** : Colbún

**Monto** : \$ 2.640.000.-

**Jefe de Proyecto** : M.Sc. Silvia Basualto

(398) "Evaluación limnológica general del Lago Vichuquén

**Descripción** : Realizar un diagnóstico ambiental y elaborar un plan de integrado de restauración para el lago Vichuquén

**Duración** : 8 meses (julio 2015-marzo 2016)

**Financiamiento** : Unión Comunal de Vichuquén

**Monto** : \$41.794.500.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(399) "Programa de Seguimiento, Vigilancia y Control del Terminal Marítimo San Vicente año 2016"

**Descripción** : Establecer un sistema de vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio inerte y biótico, que permitan reconocer el grado de alteración del ambiente marino como consecuencia de las acciones realizadas durante las etapas de construcción y operación del terminal marítimo de acuerdo a lo indicado en la Resolución N°176/2002.

**Duración** : 1 año (enero 2016-enero 2019)

**Financiamiento** : Abastible

**Monto** : UF 1034,22 (anual, tres años: 3.102,66)

**Jefe de Proyecto** : Maf. Fabiola Lara

(400) Análisis de fitoplancton en muestras de agua dulce

**Descripción** : Realizar un análisis cuantitativo de 230 muestras de fitoplancton provenientes de diferentes lagos y ríos a lo largo de Chile.  
**Duración** : Abril-noviembre 2016  
**Financiamiento** : DGA-MOP  
**Monto** : UF 15.000.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(401) Comparación espacial y temporal de la biota acuática y calidad del agua del río Cruces en relación a la operación con Policloruro de la Planta Valdivia

**Descripción** : Muestreos en marzo y julio 2016  
**Duración** : marzo-diciembre 2016  
**Financiamiento** : Celulosa Arauco y Constitución  
**Monto** : UF 2.224,08  
**Jefe de Proyecto** : Evelyn Habit

(402) "Programa de seguimiento durante la etapa de construcción y operación del proyecto de ampliación patio La Tosca de Puerto Lirquén"

**Descripción** : El objetivo de dicho Programa es establecer un sistema de vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio inerte y biótico, que permitan reconocer el grado de alteración del ambiente marino como consecuencia de las acciones realizadas durante las etapas de construcción y operación del proyecto de acuerdo a lo indicado el EIA.  
**Duración** : enero-diciembre 2016  
**Financiamiento** : Portuaria Lirquén S.A.  
**Monto** : UF 952,13  
**Jefe de Proyecto** : Bio. Mar. Fabiola Lara

(403) Plan de seguimiento de fauna íctica y calidad del agua del río San Pedro para la central hidroeléctrica San Pedro

**Descripción** : Seguimiento de fauna íctica, genética y de calidad de agua del río San Pedro, en el área de influencia del proyecto según lo indicado en la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto, período 2015.  
**Duración** : 12 meses (enero-diciembre 2015)  
**Mandante** : Colbún S.A.  
**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit y Dr. Claudio Valdovinos  
**Monto** : UF 4.223,8

(404) Plan de seguimiento de fauna íctica y calidad del agua del río San Pedro para la central hidroeléctrica San Pedro

**Descripción** : Seguimiento de fauna íctica, genética, de calidad de agua y sedimentos del río San Pedro, en el área de influencia del proyecto, período 2016-2017.  
**Duración** : 24 meses (enero-diciembre 2017)  
**Mandante** : Colbún S.A.  
**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit y Dr. Claudio Valdovinos  
**Monto** : UF 4.698,57

(405) Muestreo y análisis de zoobentos y fitobentos en el río San Pedro

**Descripción** : Muestreo y análisis de 66 muestras de zoobentos y 11 muestras de fitobentos sus respectivas réplicas. Contrato Anexo al Seguimiento del Río San Pedro  
**Duración** : abril-junio 2016  
**Mandante** : Colbún S.A.  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos  
**Monto** : \$ 9.278.400.-

(406) Evaluación del antibiótico doxiciclina para el uso en la salmonicultura

**Descripción** : A petición del Laboratorio Centrovét se realiza una evaluación de los posibles riesgos del antibiótico Doxiciclina sobre organismos marinos con el objetivo de registrar el producto para su posterior uso en el ambiente.

**Duración:** : abril-septiembre 2016

**Mandante** : Centro Veterinario y Agrícola Ltda. (Centrovét)

**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra

**Monto** : UF 684

(407) Programa de monitoreo ambiental, del agua, sedimento y fauna del río Biobío

**Descripción** : El presente estudio tiene dos objetivos principales, los cuales son:  
1. Monitoreo ambiental de agua, sedimentos y fauna del río Biobío para dar cumplimiento a la RCA de la Planta de Celulosa Santa Fé y 2. Monitoreo ambiental del agua, ensayos ecotoxicológicos y de bioindicadores en el marco del DS9/2015. En ambos casos se contempla la planificación, muestreo e interpretación de la información referente a cada una de las actividades.

**Duración:** : mayo 2016-febrero 2018

**Mandante** : CMCP Planta Santa Fé

**Jefe de Proyecto** : Dra Alejandra Stehr

**Monto** : UF 2.014,71 (2016)  
UF 2074,52 (2017)

(408) Technical and economical proposal for the impact analysis of product selamectin

**Descripción** : The aims are a) to evaluate effects of a new active ingredient, selamectin, on aquatic organisms through water and sediment laboratory tests with marine organisms, and b) to predict the dynamic and fate of selamectin after a typical treatment in salmon cages.

**Duración:** : julio-diciembre 2016

**Mandante** : Zoetis

**Jefe de Proyecto** : Dra. Ricardo Barra

**Monto** : US\$ 24.840

(409) Revisión Plan de seguimiento ambiental "Central Termoeléctrica Santa María

**Descripción** : Revisar cada uno de los estudios específicos contemplados en el Plan de Seguimiento Ambiental en la etapa de operación y elaborar un Informe consolidado. Realizar propuestas de mejora del Plan de Seguimiento Ambiental para la aprobación de la autoridad ambiental

**Duración:** : 1 mes (julio-agosto 2016)

**Mandante** : Colbún S.A.

**Jefe de Proyecto** : Mg Sc. Silvia Basualto

**Monto** : UF 137,6

(410) Análisis territorial y uso de suelos del lote 6 Empresa Valmar

**Descripción** : Realizar un análisis acerca de las implicancias de la propuesta de modificación del Plan Regulador Metropolitano de Concepción (PRMC); específicamente lo referente a la incorporación de un Área Verde de Nivel Intercomunal en un predio de propiedad de la empresa Valmar, donde el uso de suelo actual, corresponde a Zona de Equipamiento Metropolitano, en un porcentaje cercano al 78% de la superficie del predio (Cotización 200 y 391/2016)

**Duración:** : mayo-septiembre 2016

**Mandante** : Empresas Valmar

**Jefe de Proyecto** : Dra. María Dolores Muñoz

**Monto** : \$9.663.809 (sin IVA)+Extensión UF 160

(411) "Estudio de Títulos de Dominio Fiscal y de Dominio Particular Superpuestos en la Región de Atacama: Estancias Fiscales Yervas Buenas y Torres y Paez":

**Descripción** : Determinar de manera inequívoca la propiedad fiscal y particular histórica de la zona de estudio, identificando todas aquellas zonas en donde exista superposición de Títulos de Dominio y ambigüedad de límites.

**Duración:** : septiembre-diciembre 2016

**Mandante** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar

**Monto** : \$ 193.000.000.-

(412) Análisis, recopilación, georreferenciación e integración en plataforma SIG de instrumentos de manejo de bosque nativo para las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos

**Descripción** : El objetivo de este estudio no es otro que recopilar y digitalizar los polígonos de bosque nativo bajo plan de manejo, aprobados y/o ejecutados, con sus atributos respectivos entre los años 2001 y 2016 en las regiones entre el Maule y Los Lagos. Este objetivo se plasma en una serie de tareas específicas (a detallar en apartado de propuesta metodológica), y que básicamente tienen que ver con la generación de un Plan de Recopilación, el proceso de recopilación en sí, la creación de la cartografía digital asociada, y el análisis de sistemas SAFF y SIT para la propuesta de inclusión de la misma en estos repositorios.

**Duración:** : septiembre 2016-junio 2017

**Mandante** : CONAF

**Jefe de Proyecto** : Geógrafo Jorge Féliz

**Monto** : \$ 27.000.000.-

(413) Estudio del estado ecológico del ecosistema fluvial de la cuenca del río Aconcagua, en el área de influencia de la fuga de concentrado de Codelco Andina

**Descripción** : Evaluar el estado ecológico del ecosistema fluvial de la cuenca del río Aconcagua, en el área de influencia de la fuga de concentrado de Codelco Andina, considerando su variabilidad espacial y temporal

**Duración:** : 1 año (marzo 2016-marzo 2017)

**Mandante** : CODELCO

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

**Monto** : \$ 185.342.722.-

(414) Establecer metodología para la aplicación de un PSA (a nivel de cuencas) de captación de Essbio - Nuevosur identificando las brechas existentes en disponibilidad y calidad de la información, tomando como caso de estudio las Cuencas del Bio-Bio y Cachapoal

**Descripción** : Identificar las brechas de información para la elaboración de una estrategia de gestión de riesgo asociados a la captación de agua para la producción de agua potable, considerando una visión de cuenca en el contexto de un Plan de seguridad del agua (PSA)."  
**Duración:** : noviembre 2016-mayo 2017  
**Mandante** : ESSBIO S.A.  
**Jefe de Proyecto** : Dra. Carolina Baeza  
**Monto** : \$ 17.500.000.-

(415) Revisión del "Anteproyecto de Norma secundaria de la cuenca del Rapel"

**Descripción** : IDEM al nombre  
**Duración:** : noviembre-diciembre 2016  
**Mandante** : CODELCO  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Figueroa  
**Monto** : \$11.960.000.-

(416) "Requisitos para el uso de compuestos químicos en el ambiente marino"

**Descripción** : Asesorar en el establecimiento de requisitos para la autorización de desinfectantes, detergentes, antiparasitarios y otros productos químicos utilizados por empresas localizadas dentro de la jurisdicción de la Autoridad Marítima Nacional, las cuales puedan constituir un potencial riesgo para el medio ambiente acuático.  
**Duración:** : Diciembre 2016-marzo 2017  
**Mandante** : Dirección General del Territorio Marítimo  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Ricardo Barra  
**Monto** : \$ 5.471.392.-

(417) "Programa de seguimiento durante la etapa de construcción y operación del proyecto de ampliación patio La Tosca de Puerto Lirquén"

**Descripción** : El objetivo de dicho Programa es establecer un sistema de vigilancia y medición de aquellos indicadores ambientales del medio inerte y biótico, que permitan reconocer el grado de alteración del ambiente marino como consecuencia de las acciones realizadas durante las etapas de construcción y operación del proyecto de acuerdo a lo indicado el EIA.  
**Duración** : enero-diciembre 2017  
**Financiamiento** : Portuaria Lirquén S.A.  
**Monto** : UF 1.030,26  
**Jefe de Proyecto** : Bio. Mar. Fabiola Lara

(418) Análisis de fitoplancton en muestras de agua dulce

**Descripción** : Realizar un análisis cuantitativo de 200 muestras de fitoplancton provenientes de diferentes lagos y ríos a lo largo de Chile.  
**Duración** : Abril-noviembre 2017  
**Financiamiento** : DGA-MOP  
**Monto** : UF 13.000.000.-  
**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(419) Evaluación y recomendaciones para la puesta en marcha y operación de una planta de tratamiento de aguas servidas con biomasa granular aeróbica

- Descripción** : Evaluar la puesta en marcha y operación de un reactor con todo granular aeróbico para el tratamiento de aguas servidas y generar recomendaciones para la estabilidad de su operación. Además, se revisarán las nuevas tendencias que son deseables de cumplir de las plantas de tratamiento de aguas servidas en términos de resiliencia, bajo contexto de cambio climático. Apoyar en la puesta en marcha de un reactor escala industrial localizado en Quillón (VIII Región).
- Duración** : Enero-noviembre 2017
- Financiamiento** : ESSBIO S.A.
- Monto** : UF 1.143,6
- Jefe de Proyecto** : Dra. Gladys Vidal

(420) "Concentración de metales pesados e Hidrocarburos en un sitio industrial "La Colcha", en Curanilahue"

- Descripción** : El objetivo de este proyecto fue el estudio de la concentración de metales pesados en un sitio industrial de la ciudad de Curanilahue.
- Duración** : 2017 (enero-noviembre)
- Financiamiento** : Forestal Arauco S.A.
- Monto** : \$ 14.500.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Alberto Araneda

(421) Estudio de riesgo volcán Mocho-Choshuenco

- Descripción** : El objetivo principal de este estudio fue desarrollar un estudio de riesgo del Volcán Mocho-Choshuenco, que permitiera determinar áreas seguras, vías de evacuación, talleres de socialización", con el objeto final de agregar dichas zonas al plan de emergencia comunal. Para ello, se utilizarán metodologías actuales (simulación numérica) para el levantamiento de información actualizada relacionada con la ocupación del territorio asociada al riesgo volcánico. Los resultados obtenidos serán evaluados y validados a través del trabajo en terreno. Las propuestas se realizarán según la normativa vigente y experiencias internacionales para riesgo volcánico, incluyendo la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- En esta propuesta se prestará especial atención para que los mapas y análisis puedan ser comprendidos íntegramente por los usuarios de los resultados, y sirvan para responder preguntas específicas que el proyecto demanda. Esta es una propuesta distinta y más apropiada a la utilizada típicamente por organismos públicos y privados en la preparación de mapas y evaluaciones de peligro/ riesgo o impacto ambiental. Se entregarán diversos productos complementarios, en forma de análisis escrito y mapas (impresos/ digitales), que permitirá a las autoridades y miembros de la sociedad civil manejar adecuadamente una crisis volcánica en la comuna de Panguipulli, así como también desarrollar nuevos programas, planes y proyectos para la mitigación del riesgo volcánico asociado a las erupciones del Mocho-Choshuenco.
- Duración** : Mayo – noviembre 2017
- Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Panguipulli
- Monto** : \$ 20.000.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Octavio Rojas

(421) Diagnóstico Y Caracterización de las Unidades Catastrales que no poseen Rol de Avalúo Fiscal, para la implementación de la NICSP (Normas Internacionales de Contabilidad para el Sector Público), en el Ministerio de Bienes Nacionales

**Descripción** : Diagnosticar y caracterizar todas las unidades catastrales que no poseen rol de avalúo fiscal, en el sistema de catastro del Ministerio de Bienes Nacionales, complementar la base cartográfica de emplazamiento de polígonos de unidades catastrales sin rol de avalúo fiscal registrado en el Sistema de Catastro del Ministerio de Bienes Nacionales y Generar una base de datos vinculada a las cubiertas cartográficas y a la proporcionada por el Ministerio de Bienes Nacionales, que posea información relacionada con los inmuebles y con la clasificación de uso de suelo.

**Duración** : Junio – diciembre 2017

**Financiamiento** : Ministerio de Bienes Nacionales

**Monto** : \$ 97.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar G.

(422) “Estudio de identificación de riesgos de la comuna de Curacautín”

**Descripción** : Identificar los factores de riesgo con un enfoque territorial, participativo y prospectivo, utilizando metodologías actualizadas para el levantamiento de información relacionada con la ocupación del territorio asociadas a riesgos naturales y antrópicos.

**Duración** : 6 meses (junio-diciembre 2017)

**Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de Curacautín

**Monto** : \$82.000.000.-

**Jefe de proyecto** : Dr. Octavio Rojas

(423) Propuesta de mecanismo para implementación de herramienta de soporte a la planificación hidroeléctrica

**Descripción** : Diseñar una metodología para generar escenarios de planificación hidroeléctrica, en base al interés público, a partir de un ejercicio simulado, con la participación de diversos actores de la sociedad civil, utilizando los resultados de la segunda etapa del estudio de cuencas.

**Duración** : 4 meses (julio-noviembre 2017)

**Financiamiento** : Subsecretaría de Energía

**Monto** : \$ 33.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Alejandra Stehr G.

(424) Plan energético regional (PER) Propuestas de construcción de una planificación energético- regional para la región del Biobío.

**Descripción** : Desarrollar propuestas para el Plan Energético Regional (PER) de la Región del Biobío, que serán acompañadas de un Análisis de Sustentabilidad. Lo anterior, con el objeto de promover una relación armónica entre el desarrollo del sector energético, los valores territoriales y el resguardo ambiental y social en la región.

**Duración** : 7 meses (julio 2017-febrero 2018)

**Financiamiento** : Subsecretaría de Energía

**Monto** : \$ 82.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Claudia Ulloa

(425) Actualización del estudio de riesgos naturales y antrópicos San Pedro de la Paz

- Descripción** : Para el desarrollo de este estudio se utilizarán metodologías actuales (simulación numérica y estadísticas) para el levantamiento de información actualizada relacionada con la ocupación del territorio asociadas a riesgos naturales y antrópicos. Los resultados obtenidos serán evaluados y validados a través del trabajo en terreno.
- Duración** : 10 meses (julio 2017-mayo 2018)
- Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz
- Monto** : \$ 75.500.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Octavio Rojas

(426) Compensación de biodiversidad en proyectos de energía

- Descripción** : Identificar metodologías para la compensación de biodiversidad y para la aplicación del enfoque de Pérdida de Biodiversidad Neta Cero (PBNC) en proyectos de energía, considerando la experiencia nacional e internacional. Para ello, en esta propuesta se considerarán experiencias en los tres niveles de biodiversidad (genético, específico y ecosistémico), así como para biodiversidad de ambientes terrestres y acuáticos marinos y continentales.
- Duración** : 100 días (septiembre 2017-enero 2018)
- Financiamiento** : Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz
- Monto** : \$ 45.200.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit

(427) Diagnóstico caracterización y propuesta de conservación y plan de manejo de humedales en la zona urbana de Puerto Montt

- Descripción** : Realizar un diagnóstico y caracterización de sitios de interés biológico/ambiental que pudiesen constituir servicios ecosistémicos en parte de la Comuna de Puerto Montt. Para lo anterior se deberá realizar un diagnóstico del estado de conservación de los humedales insertos en el Área de Estudio indicada, que permita generar las bases de una propuesta de conservación y plan de manejo en el ámbito de la Gestión Municipal, principalmente orientada a su inclusión en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial
- Duración** : 8 meses (diciembre-agosto 2018)
- Financiamiento** : Municipalidad de Puerto Montt
- Monto** : \$ 30.000.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Mauricio Aguayo A.

(428) Ordenamiento y Gestión Territorial Lago Lanahue

- Descripción** : Elaborar un Plan de Ordenamiento y Gestión Territorial para la cuenca del Lago Lanahue, con un enfoque basado en el manejo adaptativo y en los servicios ecosistémicos provistos por la cuenca.
- Duración** : 8 meses (diciembre-agosto 2018)
- Financiamiento** : Subsecretaría de Medio Ambiente
- Monto** : \$ 97.000.000.-
- Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar G.

(429) Estudio de línea de base ambiental de Laguna Esmeralda, Los Angeles

**Descripción** : Reconocer y comprender los factores que inciden en la calidad del agua de este cuerpo acuático, lugar de esparcimiento de la comunidad de Los Ángeles, realizando un diagnóstico ambiental y elaborando una propuesta con medidas para mejorar la calidad del agua de Laguna Esmeralda.

**Duración** : 50 días (diciembre-febrero 2018)

**Financiamiento** : Municipalidad de Los Angeles

**Monto** : \$ 13.884.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia P.

(430) "Diagnóstico Plan de Gestión reserva de la Biosfera Nevados de Chillán"

**Descripción** : Los objetivos de este estudio fueron: realizar un diagnóstico local, que incluya la identificación y caracterización de territorios y comunidades presentes en la Reserva, consensuar una propuesta de proyectos e iniciativas a ser incluidas en el Plan de Gestión, proponer indicadores de Desarrollo Sustentables para efectuar el seguimiento del Plan de Gestión y efectuar un plan de difusión del trabajo al interior y en el entorno de la Reserva.

**Duración** : 9 meses (marzo-diciembre 2018)

**Financiamiento** : Gobierno Regional del Bío-Bío

**Monto** : \$ 61.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Gerardo Azócar G.

(431) "Análisis de fitoplancton en muestras de agua dulce"

**Descripción** : Realizar un análisis cuantitativo de 120 muestras de fitoplancton provenientes de diferentes lagos y ríos a lo largo de Chile.

**Duración** : Abril-noviembre 2018

**Financiamiento** : DGA-MOP

**Monto** : \$ 8.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia

(432) "Análisis de NT en muestras de aguas de la Red de Control de Lagos"

**Descripción** : Realizar análisis de Nitrógeno total y Nitrógeno amoniacal en 220 muestras de agua utilizando metodologías de espectrofotometría de absorción molecular, cromatografía iónica y potenciometría que aseguren un límite de detección no superior a 0,035mg N/l para los resultados de nitrógeno total, (de acuerdo a lo indicado en el documento bases administrativas y técnicas página 14, punto 4, Límites de detección) y de 0,02 mg N-NH<sub>4</sub>/l

**Duración** : Julio-noviembre 2018

**Financiamiento** : DGA-MOP

**Monto** : \$ 6.000.000.-

**Jefe de Proyecto** : Johanna Beltrán

(433) Plan de seguimiento de fauna íctica y calidad del agua del río San Pedro para la central hidroeléctrica San Pedro

**Descripción** : Seguimiento de fauna íctica, genética, de calidad de agua y sedimentos del río San Pedro, en el área de influencia del proyecto, 2018.

**Duración** : 12 meses (enero-diciembre 2018)

**Mandante** : Colbún S.A.

**Jefe de Proyecto** : Dra. Evelyn Habit y Dr. Claudio Valdovinos

**Monto** : UF 4.698,57

## (434) "Informe Técnico Central Termoeléctrica Santa María"

**Descripción** : Informe Técnico de verificación de las actuaciones de Colbún S.A., tanto para la construcción como para la operación de la Central Termoeléctrica Santa María y que se enmarcan dentro de la autorización ambiental principal (RCA 176/07).

**Duración** : abril-junio 2018

**Mandante** : Colbún S.A.

**Jefe de Proyecto** : M. Sc. Silvia Basualto

**Monto** : \$ 5.210.000.-

## (435) "Monitoreo Central Angostura y Quilleco"

**Descripción** : El objeto del servicio consiste en realizar monitoreos, análisis e informes de seguimiento ambiental de las variables ambientales de acuerdo a la frecuencia y especificaciones establecidas en las RCA de ambas centrales. Adicionalmente, en el marco de la construcción de la Central Angostura, se construyeron 3 camping turísticos, que al igual que las centrales cuentan con su respectiva RCA y con un Plan de Seguimiento Ambiental.

**Duración** : junio 2018-junio 2021

**Mandante** : Colbún S.A.

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos

**Monto** : UF 6.227,51

## (436) Plan de acción municipal frente a incendio forestal"

**Descripción** : Los objetivos de este estudio son:

- Elaborar un diagnóstico base detallado de la situación tanto legal, administrativa y social, como de la planificación y gestión del riesgo de desastre frente al incendio forestal.
- Elaborar un mapa de actores relevantes de escala local / comunal / provincial / regional / nacional, según metodología propuesta, con directa participación en acciones de prevención y mitigación local para la gestión municipal frente al incendio forestal,
- Identificar y evaluar la percepción del riesgo de desastre por incendio forestal por parte de la comunidad afectada o expuesta a causa de los últimos eventos ocurridos en la comuna de Penco.
- Elaborar un Plan de Acción Municipal enfocado a generar acciones colaborativas entre los actores relevantes (Ciudadanía, Institucionalidad y Privados), orientadas a la prevención frente a incendios forestales. La finalidad de este Plan es permitir al conjunto de actores relevantes, definir acciones eficaces (programas, planes y proyectos) frente al riesgo de incendio forestal, tanto en el corto, mediano, como largo plazo.

**Duración** : 6 meses (julio 2018-enero 2019)

**Mandante** : Municipalidad de Penco

**Jefe de Proyecto** : Dr. Octavio Rojas

**Monto** : \$ 40.000.000.-

(437) Estudio limnológico para sustentar anteproyecto de la norma secundaria de calidad ambiental del lago Lanalhue, provincia de Arauco, región del Biobío

**Descripción** : Caracterizar la subcuenca Lanalhue en términos de parámetros morfométricos, hidrométricos, biológicos, ensayos de toxicología y de calidad de agua y sedimentos, por dos años consecutivos. Hacer catastro georreferenciado de fuentes puntuales y difusas que explique la actual calidad ambiental del Lago Lanalhue. Evaluar y determinar el estado trófico del Lago Lanalhue y aplicar Índices Bióticos.

**Duración** : 2 años (agosto 2018-agosto 2020)

**Mandante** : Subsecretaría de Medio Ambiente

**Jefe de Proyecto** : Dr. Roberto Urrutia P.

**Monto** : \$99.980.000.-

(438) Desarrollo de una metodología para el monitoreo de cianobacterias y microcistinas en las fuentes de abastecimiento de agua de Florida y Constitución, Río Maule, laguna Quiñenco y Embalse Tapihue 1"

**Descripción** : Elaboración de un propuesta metodológica para el monitoreo de cianobacterias y microcistinas en las fuentes de abastecimiento de agua de Florida y Constitución (Río Maule y Embalse Tapihue 1 y Laguna Quiñenco, con el fin de identificar posibles efectos nocivos para la población usuaria. Análisis de muestras de las fuentes de abastecimiento de agua de Florida y Constitución (Río Maule y Embalse Tapihue 1 y Laguna Quiñenco).

**Duración** : diciembre 2018-mayo 2019

**Mandante** : Empresas de Servicios Sanitarios del Biobío (ESSBIO S.A.)

**Monto** : \$ 26.512.101.-

**Jefe de Proyecto** : Dra. Viviana Almanza M.

439) Estudio del estado ecológico del ecosistema fluvial de la cuenca del río Aconcagua, en el área de influencia de la fuga de relave de Codelco Andina (río Blanco).

**Descripción** : Evaluar el estado ecológico del ecosistema fluvial de la cuenca del río Aconcagua, en el área de influencia de la fuga de concentrado de Codelco Andina, considerando su variabilidad espacial y temporal.

**Duración** : enero 2019-marzo 2020

**Mandante** : CODELCO

**Monto** : \$ 24.882.293

**Jefe de Proyecto** : Dr. Claudio Valdovinos.

## ANEXO 2

Publicaciones ISI 2008-2018  
Centro EULA-Chile

1. Andrés, E. Araya, F., Vera, I., Pozo, G., Vidal, G. 2018. Phosphate removal using zeolite in treatment wetlands under different oxidation-reduction potentials Ecological Engineering 117, 18-27. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2018.03.008.
2. Álvarez, D., Torrejón, F., Climent, M., Garcia-Orellana, J., Araneda, A. & Urrutia, R. 2018. Historical anthropogenic mercury in two lakes of Central Chile: comparison between an urban and rural lake Environment Science and Pollution Research 25: 4596-4606.
3. Barra R, Gonzalez, P. 2018. Sustainable chemistry challenges from a developing country perspective: Education, plastic pollution, and beyond, Current Opinion in green and sustainable chemistry 9:40-44 DI 10.1016/j.cogsc.2017.12.00.
4. Banfield, Callum C., Braun, Andreas C., Barra, Ricardo, Castillo, Alejandra, Vogt, Joa. 2018. Erosion proxies in an exotic tree plantation question the appropriate land use in Central Chile. CATENA 161:77-84 DI 10.1016/j.catena.2017.10.017.
5. Cartes, J., Neumann, P., Hospido, A. and Vidal G. 2018. Life cycle assessment of management alternatives for sludge from sewage treatment plants in Chile: does advanced anaerobic digestion improve environmental performance compared to current practices?. Journal of Material Cycles and Waste Management DOI: 10.1007/s10163-018-0714-9.
6. Chamorro, S., Barata, C., Piña, B., Casado, M., Schwarz, A., Sáez, K. and Vidal, G. 2018. Toxicological analysis of acid mine drainage by water quality and land use bioassays Mine Water and the Environment 37:88-97. DOI: 10.1007/s10230-017-0472-2.
7. Chamorro S. , C Barata, B. Piña, M Casado A. Schwarz, K. Sáez, G.Vidal. 2018. Toxicological Analysis of Acid Mine Drainage by Water Quality and Land Use Bioassays. Revista Mine Water and The Environment 37: 88-97.
8. Contreras, S., Werne, J., Araneda, A., Urrutia, R. & Conejero, C.A. 2018. Organic matter geochemical signatures (TOC, TN, C/N ratio,  $\delta^{13}C$  and  $\delta^{15}N$ ) of surface sediment from lakes distributed along a climatological gradient on the western side of the southern Andes Science of the Total Environment, 630: 878-888.
9. Díaz, Figueroa, Vidal-Abarca MR, Suárez ML, Climent MJ. 2018. Loss of ecosystem services associated with the occurrence of forest fires in the Biobío Region, Chile.

10. Górski, K., Habit, E.M., Pingram, M.A., 2018. Manosalva Variation of the use of marine resources by *Galaxias maculatus* in large Chilean rivers *Hydrobiologia*. 814: 61. DOI: 10.1007/s10750-015-2542-4.
11. Espejo W, Kitamura D, Kidd K A., Celis J., Kashiwada, Shosaku, Galban C, Barra R, Chiang. 2018. Biomagnification of Tantalum through Diverse Aquatic Food Webs *Environmental Science & Technology Letters* 5(4) 2328-8930 DOI 10.1021/acs.estlett.8b00051.
12. Jara, S., Celis, J., Araneda, A., González, M., Espejo, W. & Barra, R. 2018. Assessment of persistent organic pollutants and their relationship with immunoglobulins in blood of penguin colonies from Antarctica. *Austral J Vet Sci* 50, 43-49.
13. Leiva, A.M., Reyes-Contreras, C. and Vidal, G. 2018. Influence of *Agapanthus africanus* on nitrification in a vertical subsurface flow constructed wetland. *International Journal of Phytoremediation* 20(6), 530-537. DOI:10.1080/15226514.2017.1393390.
14. Link O, Henríquez S, Ettmer B. 2018. Physical scale modelling of scour around bridge piers *Journal of Hydraulic Research* DOI: 10.1080/00221686.2018.1475428.
15. Lizet Rodríguez-Machín, Luis E. Arteaga-Pérez, Raúl A. Pérez-Bermúdez, Yannay Casas-Ledón, Wolter Prins, Frederik Ronsse. 2018. Effect of citric acid leaching on the demineralization and thermal degradation behavior of sugarcane trash and bagasse. *Biomass and Bioenergy* 108:371–380.
16. Mardones, M., Aguayo, M., Ruiz, P., Smith, E. 2018. Evolución reciente (S XX) de algunos frentes glaciares del Campo de Hielo Norte, región de Aysén, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande* 69: 121-147.
17. Moernaut J., M-van Daele, K. Fontijn, K. Heirman, P. Kempf, M. Pino, G. Valdebenito, R. Urrutia & M. De Batist. 2018 Larger earthquakes recur more periodically: New insights in the megathrust earthquake cycle from lacustrine turbidite records in south-central Chile *Earth and Planetary Science letters* 481(1): 9 – 19.
18. Neumann, P., Barriga, F., Álvarez, C., González, Z., Vidal, G. 2018. Process performance assessment of advanced anaerobic digestion of sewage sludge including sequential ultrasound – thermal (55°C) pre-treatment *Bioresource Technology* 262, 42-51. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.03.057.
19. Jara S, Celis J E., Araneda A, Gonzalez M, Espejo W, Barra E. 2018. Assessment of persistent organic pollutants and their relationship with immunoglobulins in blood of penguin colonies from Antarctica *Austral Journal of veterinary sciences* 50(1):43-49.
20. Romero-Murillo P, Espejo W, Barra R, Orrego R. 2018. Embryo-larvae and juvenile toxicity of Pb and Cd in Northern Chilean scallop *Argopecten purpuratus* *Environmental monitoring and assessment* 190 (1) DOI 10.1007/s10661-017-6373-9.
21. Salgado, P., Melín, V., Albornoz, M., Mansilla, H., Vidal, G. and Contreras D. 2018. Effect of pH and substituted 1,2-dihydroxybenzenes on reaction pathway of Fenton-like systems *Applied Catalysis B: Environmental*. 226, 93-102. DOI: 10.1016/j.apcatb.2017.12.035.
22. Segura, D., Carrillo, V., Remonsellez, F., Araya, M. and Vidal, G. 2018. Comparison of public attitudes in desert and rainy regions of Chile about the reuse of treated sewage water *Water* 10 (334), 1-24. DOI: 10.3390/w10030334.
23. Vargas C.A.; Cuevas, L.A.; Silva, N.; González, H.E.; De Pol-Holz, R.; Narváez, D.A. 2018. Influence of glacier melting and river discharges on the nutrient distribution and DIC recycling in the Southern Chilean Patagonia. *Journal of Biogeochemical Research Biogeosciences* 123, 256–270. [https:// doi.org/10.1002/2017JG003907](https://doi.org/10.1002/2017JG003907).
24. Vázquez-López, M., Amabilis-Sosa, L.E. Moeller-Chávez, G.E., Roé-Sosa, A. Neumann, P and Vidal G. 2018. Evaluation of the ultrasound effect on treated municipal wastewater. *Environmental Technology* DOI:10.1080/09593330.2018.1481889.
25. Vega-Sagardía, M., K. Saez C. T. Smith C. Gutierrez, Zamorano Apolinaria García-Cancino. 2018. Encapsulation, with and without oil, of biofilm forming *Lactobacillus fermentum* UCO-979C strain in alginate-xanthan gum and its anti-*Helicobacter pylori* effect *Revista Journal of Functional Foods* 46:504-513.
26. Vera-Escalona, I., Senthivasan, S., Habit, E., Ruzzante, D. 2018. Past, present, and future of freshwater fish metapopulation in a threatened landscape *Conservation Biology*. DOI: 10.1111/cobi.13093.
27. Wilkes M, Baumgartner L, Boys C, Silva L, O'Connor J, Jones M, Stuart I, Habit E, Link O & Webb J.A. Fish-Net: Probabilistic models for fishway planning, design and monitoring to support environmentally sustainable hydropower *Fish and Fisheries*. DOI: 10.1111/faf.12282.
28. Yévenes M.A., R. Figueroa & O. Parra. Seasonal drought effects on water quality of the Biobío River, Central Chile. *Environmental Science and Pollution Research*, <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1415-6>.
29. Aguayo P, González P. Campos V, Maugeri T.L., Papale M., Gugliandolo C. and Martínez M. Comparison of Prokaryotic Diversity in Cold, Oligotrophic Remote Lakes of Chilean Patagonia *Curr Microbiol* 74:598–613. (ISI). 2017

30. Alonso A, Figueroa R, Castro-Díez P. Pollution Assessment of the Biobío River (Chile): Prioritization of Substances of Concern Under an Ecotoxicological Approach. *Environmental Management*, 59(5): 856-869. DOI 10.1007/s00267-017-0824-5, 2017
31. Correa-Araneda F, de los Ríos-Escalante P, Figueroa R y L Parra-Coloma. Temporal distribution of crustaceans in forested freshwater wetlands: responses to changes in the hydroperiod. *Crustaceana* 90 (6): 721-734, 2017
32. Boyero L, Graça MA, Tonin AM, Pérez J, Swafford AJ, Ferreira V, Landeira-Dabarca A, Alexandrou MA, Gessner MO, McKie BG, Albariño RJ, Barmuta LA, Callisto M, Chará J, Chauvet E, Colón-Gaud Ch, Dudgeon D, Encalada AC, Figueroa R, Flecker AE, Fleituch T, Frainer A, Gonçalves Jr. JA, Helson JE, Iwata T, Mathooko J, M'Erimba Ch, Pringle CM, Ramírez A, Swan CM, Yule CM & RG Pearson. Riparian plant litter quality increases with latitude. *SCIENTIFIC RePorTs* [7: 10562] DOI:10.1038/s41598-017-10640-3 2017
33. Braun, A., Troeger, D., Garcia, R., Aguayo, M., Barra, R., Vogt, J. 2017. Assessing the impact of plantation forestry on plant biodiversity: A comparison of sites in Central Chile and Chilean Patagonia. *Global Ecology and Conservation* 10: 159-172.
34. Benitez S.; Duarte, C.; Opitz, T.; Lagos, N.A.; Pulgar, J.M. Vargas, C.A.; Lardies. 2017. M.A Intertidal pool fish *Girella laevis* (Kyphosidae) shown strong physiological homeostasis but shy personality: The cost of living in hypercapnic habitats. *Marine Pollution Bulletin* 18: 57 – 63.
35. Broitman B.; Halpern B.S.; Gelcich, S.; Lardies, M.A.; Vargas, C.A. Vásquez-Lavin, F.; Widdicombe, S. & Birchenough, S.N.R. 2017. Dynamic interactions among boundaries and the expansion of sustainable aquaculture, *Frontiers in Marine Science* 4.
36. Casas-Ledón Y, A Rivas, D López, G Vidal. 2017. Life-cycle greenhouse gas emissions assessment and extended exergy accounting of a horizontal-flow constructed wetland for municipal wastewater treatment: A case study in Chile. *Ecological Indicator* 74:130-139.
37. Casas-Ledón Y, F Spauldo, L E Arteaga Pérez. 2017. Exergo environmental analysis of a waste-based Integrated Combined Cycle (WICC) for heat and power production. *Journal of Cleaner Production* 164: 187-197.
38. Castillo N; Saavedra, L.M.; Vargas, C.A.; Gallardo Escárate, C.; Détrée, C. 2017. Ocean acidification and pathogen exposure modulate the immune response of the edible mussel *Mytilus chilensis*. *Fish and Shellfish Immunology*.
39. Cornejo, J., Tapia, J., Guerra, F., Yañez, M., Baettig, R., Guajardo, J., Alarcón, A., and Vidal, G. 2017. Variation in copper accumulation at the tissue level five hybrid poplars subjected to copper stress. *Water, Air and Soil Pollution* 228, 212-2020. DOI: 10.1007/s11270-017-3384-7.
40. Espejo W, Celi J., Sandoval, Marco, Gonzalez-Acuna, Daniel, Barra R, Capulín, 2017. The Impact of Penguins on the Content of Trace Elements and Nutrients in Coastal Soils of North Western Chile and the Antarctic Peninsula Area. *Water Air and soil pollution* 228(3) 116. DOI 10.1007/s11270-017-3303-y.
41. Fagel, N., Alvarez, D., Namur, O., Devidal, J. L., Nuttin, L., Schmidt, S., Jana-Pinninghoff, P., Torrejón, F., Bertrand, S., Araneda, A. & Urrutia, R. 2017. Lacustrine record of Holocene eruptions in Northern Chilean Patagonia (45-47°S). *The Holocene*, 27(8) 1227–1251.
42. Fagel N., D. Alvarez, O. Namur, J-L Devidal, L. Nuttin, S. Schmidt, P. Jana, F. Torrejón, S. Bertrand, A. Araneda & R. Urrutia. Lacustrine record of last millennium eruptions in Northern Chilean Patagonia (45-47°S). *Holocene*. Vol. 27, N°8: 1227 –1251 pp.
43. Farias L. Sanzana, K, Sanhueza, S, Yevenes, M. 2017. Dissolved methane distribution in the Reloncaví fjord and adjacent marine system during austral winter (41.5°-43.5°S). *Estuaries and Coasts*.
44. Paola Haro, Katia Sáez, Patricia I. Gómez. Physiological plasticity of a Chilean strain of the diatom *Phaeodactylum tricorutum*: the effect of culture conditions on the quantity and quality of lipid production. *Journal of Applied Phycology*. 2017. Volumen 29(6): 2771-2782.
45. Jara-Carrasco S, Barra R, Espejo W, Celis J, González-Acuna, Daniel, Chiang, Gustavo, Sánchez-Hernandez J. 2017. Persistent organic pollutants and porphyrin levels in excreta of penguin colonies from the Antarctic Peninsula area. *Polar Record* 53(1) 79-87.
46. Jacob B.G, Von Dasow, P, Salisbury J.E, Navarro J.M, Vargas C.A. 2017. Impact of low pH/high pCO<sub>2</sub> on the physiological response and fatty acid content in diatom *Skeletonema pseudocostatum*. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom*, 97(1): 125 – 133.
47. Kempf P., J. Moernaut, M. Van Daele, W. Vandoorne, M. Pino, R. Urrutia, M. De Batist. 2017. Coastal lake sediments reveal 5500 years of tsunami history in south central Chile. *Quaternary Science Reviews*. 161: 99-116 pp.

48. Lardies M.A.; Benitez, S.; Osoreo, S.; Vargas, C.A.; Duarte, C.; Lohrmann, K.; Lagos, N. 2017. Physiological and histopathological impacts of increased carbon dioxide and temperature on the scallops *Argopecten purpuratus* cultured under upwelling influences in northern Chile. *Aquaculture* 479: 455 – 466.
49. Link O, C. Sanhueza, P. Arriagada, W. Brevis, A. Laborde, A. Gonzalez, M. Wilkes & E. Habit. 2017. The fish Strouhal number as a criterion for hydraulic fishway design *Ecological Engineering* 118-126, 2017
50. Martínez, C., Rojas, O., Villagra, P., Aranguiz, R., & Sáez-Carrillo, K. 2017. Risk factors and perceived restoration in a town destroyed by the 2010 Chile tsunami. *Natural hazards and earth system sciences*; 17(5):721-734., DOI:10.5194/nhess-17-721.
51. Martínez C, Rojas O, P Villagra, R Aránguiz, K Sáez-Carrillo. 2017. Risk factors and perceived restoration in a town destroyed by the 2010 Chile tsunami. *Natural Hazards Earth System Science*. 17:1-14.
52. Moernaut J., M. Van Daele, M. Strasser, M. A. Clare, K. Heirman, Matías Viel, J. Cardenas, R. Kilian, B. Ladrón de Guevara, M. Pino, R. Urrutia & Kamp, M. De Batist. 2017. Lacustrine turbidites produced by surficial slope sediment remobilization: mechanism for continuous and sensitive turbidite paleoseismic records *Marine Geology*. Vol. 384: 159 – 176 pp.
53. Moernaut J., G. Wiemer, A. Reusch, N. Stark, M. De Batist, R. Urrutia, B. Ladrón de Guevara, A. Kopf & Kamp; M. Strasser. 2017. The influence of overpressure and focused fluid flow on subaquatic slope stability in a formerly glaciated basin: Lake Villarrica Central Chile. *Marine Geology*. Volume 383: 35 – 54 pp.
54. Neumann, P., González, Z. and Vidal, G. 2017. Sequential ultrasound and low temperature thermal pretreatment: process optimization and influence on sewage sludge solubilization, enzyme activity and anaerobic digestion *Bioresource Technology* 234, 178-187. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.03.029.
55. Osoreo SJA, Lagos, N.A.; San Martín, V.; Manríquez, P.H.; Vargas, C.A.; Torres, R.; Navarro, J.M.; Poupin, M.J.; Saldías, G.S.; Lardies, M. 2017. Plasticity and inter-population variability in physiological and life-history traits of the mussel *Mytilus chilensis*: A reciprocal transplant experiment. *Journal of Experimental Marine Biology & Ecology* 490: 1-12.
56. Pesante, S. Morales, G., Baeza, A.C., Gómez, G. and Vidal, G. 2017. Effects of mixed liquor ozonation in an activated sludge system for sewage treatment *Desalination and Water Treatment* 70, 150-156. DOI: 10.5004/dwt.2017.20526.
57. Rojas, O., Mardones, M., Rojas, C., Martínez, C., & Flores. 2017. L Urban Growth and Flood Disasters in the Coastal River Basin of South-Central Chile (1943–2011). *Sustainability*; 9(2):195., DOI:10.3390/su9020195 2017, (ISI)
58. Rojas, O. Zamorano, M.E., Saez, K., Rojas, C., Vega, C., Arriagada, L., & Basnou. 2017. Social perception of ecosystem services in a coastal wetland post-earthquake: A case study in Chile. *Sustainability*; 9(11):1983, DOI: 10.3390/su9111983.
59. Rojas O, M Zamorano, K Sáez, C Rojas, C Vega, L Arriagada, C Basnou. 2017. Social Perception of Ecosystem Services in a Coastal Wetland Post-Earthquake: A Case Study in Chile. *Sustainability*. Volumen 9(11): 1-17.
60. Rozas O., C. Baeza, K. Núñez, A. Rossner, R. Urrutia & H. Mansilla. 2017. Organic micropollutants (OMPs) oxidation by Ozone: Effect of activated carbon on toxicity abatement. *Science of the Total Environment*. 590: 430-439 pp.
61. Saavedra L.M.; Parra, D.; San Martín, V.; Lagos, N.A.; Vargas, C.A. 2017. Local habitat influences on feeding and metabolic performance upon high pCO<sub>2</sub> levels of the intertidal mussels *Perumytilus purpuratus*. *Estuaries and Coasts*.
62. Sepúlveda, M., López, D. and Vidal, G. 2017. Methanogenic activity in the biomass from horizontal subsurface flow constructed wetlands treating domestic wastewater *Ecological Engineering* 105, 66-77. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2017.04.039.
63. Simon, J. y Valenzuela-Fuentes, K. 2017. Civil Society Reconstruction: Popular Organizations in Postearthquake Concepcion. *Latin American Perspectives*, 44 (4) 41-61.
64. Stehr, A., Aguayo, M. 2017. Snow cover dynamics in Andean basins of Chile (32.0-39.5°S) during the years 2000 – 2013. *Hydrology and Earth System Sciences* 21: 1-16.
65. Tucca F, Moya H, Pozo K, Borghini F, Focardi S, Barra R. 2017. Occurrence of antiparasitic pesticides in sediments near salmon farms in the northern Chilean Patagonia *Marine Pollution Bulletin* 115(1-2)465-468. DOI 10.1016/j.marpolbul.2016.11.041.
66. Vargas C.A.; Lagos, N.A.; Lardies, M.A.; Duarte, C.; Manríquez, P.H.; Aguilera, V.M.; Broitman, B.; Widdicombe, S.; Dupont S. 2017. Species-specific response to ocean acidification is a consequence of local adaptation and adaptive plasticity. *Nature Ecology & Evolution*. 1, 0084 | DOI: 10.1038/s41559-017-0084.

67. Woodget A,R. Austrums, I. Maddock & E. Habit. 2017. Drones and digital photogrammetry: from classifications to continuums for monitoring river habitat and hydromorphology WIREs Water 2017, 4, e1222. DOI: 10.1002/wat2.1222, 20.
68. Yévenes MA., Bello, E. Sanhueza, S., Farias, L. 2017. Spatial distribution of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) in the Reloncaví estuary-sound and Chiloe interior sea (41-43° S), Chilean Patagonia Estuaries and Coasts.
69. Aguayo, M., Stehr, A., Link, O. 2016. Respuesta hidrológica de una cuenca de meso escala frente a futuros escenarios de expansión forestal. Revista de Geografía Norte Grande.
70. Aguilera, V.M.; Vargas, C.A.; San Martín, V.; & Silva, N, 2016, Ecological history and feeding activity of coastal copepods under variable CO<sub>2</sub>- temperature scenarios. (Aceptado) ICES Journal of Marine Sciences (Special Volume: Ocean Acidification).
71. Almanza, V., O. Parra, C.E. Bicudo, C. Baeza, J. Beltrán, R. Figueroa & R. Urrutia, 2016, Occurrence of toxic blooms of *Microcystis aeruginosa* in a central Chilean (36° lat. S) urban lake. Revista Chilena de Historia Natural 89(1), 1-12. DOI 10.1186/s40693-016-0057.
72. Almanza, V., R. Figueroa, O. Parra, X. Fernández, C. Baeza, J. Yañez & R. Urrutia, 2016, Bases limnológicas para la gestión de los lagos urbanos de Concepción, Región del Biobío, Chile. Latin American Journal of Aquatic Research – LAJAR 44(2): 313-326.
73. Almanza, V., C.E. Bicudo, O. Parra & R. Urrutia, 2016, Características morfológicas y limnológicas de las floraciones de *Ceratium furcoides* (Dinophyta) en un lago somero de Chile central. Limnetica.
74. Almanza, V., O. Parra, C.E. Bicudo, M. González, M. López & R. Urrutia, 2016, Floraciones de fitoplancton y variación de la estructura comunitaria fitoplanctónica en tres lagos someros eutróficos de Chile central. Revista Gayana.
75. Araneda A, Undurraga P, López D, Sáez K & R. Barra, 2016, Use of earthworms as a pesticide exposure indicator in soils under conventional and organic management, Chilean Journal Agricultural Research 76: 3.
76. Araya, F., Vera, I, Sáez, K., Vidal G. 2016. Enhanced ammonium removal from sewage in mesocosm-scale constructed wetland with artificial aeration and natural zeolite. Environmental Technology DOI:10.1080/09593330.2015.1133715.
77. Boyero L, Pearson R, Hui C, Gessner M, Pérez J, Alexandrou M, Graca M, Cardinale B, Albarin R, Arunachalam M, Barmuta L.A., Boulton A, Bruder A, Callisto M, Chauvet E, Death R, Dudgeon D, Encalada A, Ferreira V, Figueroa R, Flecker A, Goncalves F, Helson J, Iwata T, Jinggutim T, Mathooko J, Mathuriau C, M'Erimba Ch, Moretti M, Pringle C, Ramirez A, Ratnarajah L, Rincón J, and Yule, 2016, Biotic and abiotic controls of plant litter breakdown in streams: A global-scale analysis. Proceedings of the Royal Society of London.
78. Chamorro, S., Vergara J.P., Hernandez, Jarpa, M., Hernández, V., Becerra, J. and Vidal, G. 2016. Removal of stigmaterol from Kraft mill effluent by aerobic biological treatment with steroidal metabolite detection. Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering.
79. Correa-Araneda F, Guevara-Mora M, Díaz ME & Figueroa R (2016) An edaphological, morphological and climatic classification of freshwater forested wetlands from Chile. *Gayana* 80(1): 6-15.
80. Correa-Araneda F, Díaz, Olguín, Encina-Montoya, Gomez-Capponi & R Figueroa 2016, Hydric regime in Mediterranean freshwater forested wetlands and their relationship with native and non-native forest cover. *Limnetica*.
81. Cussac V, E. Habit, J. Ciancios, M.A. Battini, C. Riva Rossi, JP. Barriga, C. Baigún & S. Crichigno. 2016. Freshwater fishes of Patagonia: Conservation and fisheries. *Journal of Fish Biology*. doi:10.1111/jfb.13008.
82. Gómez-Capponi F, Correa-Araneda F, Díaz ME, Olguín M, Encina-Montoya F & R Figueroa, 2016, Leaf litter decomposition from native and non-native species in a freshwater forested wetland of Chile. *Gayana*.
83. Habit, E., V. Cussac. 2016. Conservation of the freshwater fauna of Patagonia: an alert to the urgent need for integrative management and sustainable development. *Journal of Fish Biology*.
84. Laborde, A., A. González, C. Sanhueza, P. Arriagada, M. Wilkes, E. Habit, O. Link. 2016. Hydropower development, riverine connectivity and nonsport fish species: Criteria for hydraulic design of fishways. *River Research and Application*.
85. Muñoz-Ramírez C, Habit E, Unmack P, Johnson JB, Victoriano P. 2016. Low Genetic Diversity in *Diplomystes camposensis*, an Endemic and Endangered Catfish from South Chile. *Zoological Studies* 55: 16. doi:10.6620/ZS.2016.55-16.
86. Odigie, K.O., Khanis, E., Hibdon, S.A., Jana, P., Araneda, A., Urrutia, R. & A.R. Flegal, 2015, Remobilization of trace elements by forest fire in Patagonia, Chile, *Journal of Regional Environmental Change*, 16(4): 1089-1096.

87. Neumann, P., Pesante, S., Venegas, M. and Vidal, G. 2016. Developments in pre-treatment methods to improve anaerobic digestion of sewage sludge. Review in Environmental Science and BioTechnology.
88. Novoa, V. Rojas, O. Arumí, J.L. Ulloa, C. Urrutia, R. & Rudolph, A., 2016, Variabilidad de la huella hídrica en la producción de cereales, Río Cachapoal, Chile. *Tecnología y Ciencias del Agua*. VII (2): 35-49.
89. Pedreros P, M Guevara-Mora, R Urrutia & A Stehr, 2016, Importancia de la vegetación ribereña de Nothofagus en el régimen térmico de sistemas fluviales andinos (Sudamérica: Chile), *Gayana Botánica*.
90. Van Daele, M., Bertrand, S., Meyer, I., Moernaut, J., Vandoorne, W., Siani, G., Tanghe, N., Ghazoui, Z., Pino, M., Urrutia, R., De Batist, M. 2016, Late Quaternary evolution of Lago Castor (Chile, 45.6°S): Timing of the deglaciation in northern Patagonia and evolution of the southern westerlies during the last 17 kyr. *Quaternary Science Reviews* 133, pp. 130-146.
91. Vera, I., Jorquera, C., López, D. and Vidal, G. 2016. Constructed wetlands for waste water treatment and reuse in Chile: reflections. *Revista Tecnología y Ciencias del Agua*.
92. Alvarez, D., Fagel, N., Araneda, A., Jana-Pinninghoff, P., Keppens, E., Urrutia, R., 2015, Late Holocene climate variability on the eastern flank of the Patagonian Andes (Chile): A  $\delta^{18}O$  record from mollusks in Lago Cisnes (47°S). *The Holocene*, 1220-1230.
93. Arteaga-Pérez L, Y Casas, J Cabrera, L Rodríguez, 2015, Gasificación de Biomasa para la producción sostenible de energía. Revisión de las tecnologías y barreras de aplicación, *Afinidad*, 138-145.
94. Arteaga-Pérez L, M Vega, L C. Rodríguez, M Flores, C Zaror, Y Casas, 2015, Life-Cycle Assessment of coal-biomass based electricity in Chile: Focus on using raw vs torrefied Wood, *Energy for Sustainable Development*, 29: 81-90.
95. Cárdenas, J., Diaz, A., Alvarez, D. & R. Urrutia, 2015. New records of non-marine ostracoda (Crustacea, ostracoda) in western Patagonia, Chile: Nuevos registros de ostrácodos no-marinos (Crustacea, Ostracoda) en Patagonia Occidental, Chile. *Gayana*, 79 (1), pp. 106-109.
96. Casas Y, L Arteaga-Perez, J Toledo, J Dewulf, 2015, Exergoeconomic evaluation of an ethanol-fueled solid oxide fuel cell power plant. *Energy* 93: 1287-1295.
97. Casas Y, LE. Arteaga, K Dieguez, ER Domínguez and MC. Morales, 2015, Introduction of SOFC Technology into Cuban Energy Sector: Technical and Sustainability Analysis, *Chemical Engineering Journal*.
98. Celis JE, Barra, R, Espejo, W; González-Acuna, D; Jara, S, 2015, Trace Element Concentrations in Biotic Matrices of Gentoo Penguins (*Pygoscelis Papua*) and Coastal Soils from Different Locations of the Antarctic Peninsula, *Water, Air Soil Pollution* 226(1): 2266 1-12, ISSN 0049-6979.
99. Chiang G, Barra R, Díaz M, Rivas M, Bahamonde P, Munkittrick, K, 2015, Estrogenicity and intersex in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to Pine/Eucalyptus pulp and paper production effluent in Chile *Aquatic Toxicology* (Amsterdam, Netherlands) 05/2015; 164.
100. Contreras, C. and Vidal, G. 2015. Methanogenic toxicity evaluation of chlortetracycline hydrochloride. *Electronic Journal of Biotechnology* 14(3), 445-450. DOI: 10.1016/j.ejbt.2015.09.009.
101. Correa-Araneda F, Boyero L, Figueroa R, Sanchez C, Abdala R, Ruiz-García L, Graca M, 2015, Joint effects of climate warming and exotic litter (*Eucalyptus globulus* Labill.) on stream detritivore fitness and litter breakdown. *Aquatic Sciences*, 77:197-205.
102. De Los Ríos P, K. Górski, E. Habit, A. Manosalva. 2015. First observations of crustacean zooplankton abundance in northern Patagonian rivers. *Crustaceana* 06/2015; 88(5):617-623. DOI: 10.1163/15685403-00003433.
103. Díaz-Jaramillo, M., N. Sandoval, R. Barra, P. Gillet & C. Valdovinos, 2015, Spatio-temporal population and reproductive responses in *Perinereis gualpensis* (Polychaeta: Nereididae) from estuaries under different anthropogenic influences. *Chemistry & Ecology*. 31: 308-319.
104. Elbert, J., Jacques-Coper, M., Van Daele, M., Urrutia, R. & M. Grosjean, 2015, A 600 years warm-season temperature record from varved sediments of Lago Plomo, Northern Patagonia, Chile (47°S). *Quaternary International*.
105. Jarpa, M., Rozas, O., Salazar, C., Baeza, C., Campos, J. L. Mansilla, H. D. and Vidal, G. 2015. Comparison of optimization chronic toxicity removal from Kraft mill effluents by chemical precipitation, UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and Fenton process. *Desalination and Water Treatment* 1, 1-10. DOI:10.1080/19443994.2015.1061454.
106. Jara-Carrasco, S., González, M., González-Acuña, D., Chiang, G., Celis, J., Espejo, W., Mattatall, P, Barra, R., 2015, Potential immuno haematological effects of persistent organic pollutants on chinstrap penguin, *Antarctic Science* 27:373-381.

107. Kempf, P., Moernaut, J., Van Daele, M., Vermassen, F., Vandoorne, W., Pino, M., Urrutia, R., Schmidt, S., Garrett, E. & M. de Batist, 2015. The sedimentary record of the 1960 tsunami in two coastal lakes on Isla de Chiloé, south central Chile. *Sedimentary Geology*, 328, art. no. 4896, pp. 73-86.
108. Link, O. & E. Habit. 2015. Requirements and boundary conditions for fish passes of non-sport fish species based on Chilean experiences. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 12/2014; 14(1).
109. López, D., Fuenzalida, Vera, L., Rojas K. and Vidal, G. 2015. Relationship between organic matter and methane production in horizontal sub-surface flow constructed wetlands systems planted with *Phragmites australis* and *Schoenoplectus californicus* for wastewater treatment. *Ecological Engineering* 83, 296-304.
110. Mendoza, R., F. Cruces, D. Álvarez, F. Torrejón, A. Aráneda, R. Urrutia; 2015, Respuesta de diatomeas a eventos de incendios en las cuencas de dos lagos de Patagonia Norte, Chile: Análisis del registro sedimentario. *Limnetica*, 34 (2): 381-396.
111. Morales, G., Sanhueza, P. and Vidal, G. 2015. Effect of the carbon source on nitrifying in an activated sludge system treating aquaculture wastewater. *Journal of Agricultural Science* 7(9) 36-44.
112. Morales, G. Pesante, S. y Vidal, G. 2015. Effects of black liquor shocks on activated sludge treatment of bleached kraft pulp mill wastewater. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 50, 627-633. DOI: 10.1080/10934529.2015.994974.
113. Moernaut, J., Van Daele, M., Strasser, M., Clare, M.A., Heirman, K., Viel, M., Cardenas, J., Killian, R., Ladrón de Guevara, B., Pino, M., Urrutia, R., De Batist, M., 2015, Lacustrine turbidites produced by surficial slope sediment remobilization: A mechanism for continuous and sensitive turbidite paleoseismic records. *Marine Geology*.
114. Muñoz-Ramírez C.P., P.F. Victoriano, E. Habit. 2015. Inter-basin dispersal through irrigation canals explains low genetic structure in *Diplomystes cf. chilensis*, an endangered freshwater catfish from Central Chile. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* 05/2015.
115. Plaza de los Reyes, C. and Vidal, G. 2015. Effect of variations in the nitrogen loading rate and seasonality on the operation of a free water surface constructed wetland for treatment of swine wastewater. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 50(1) 60-71 DOI: 10.1080/10934529.2015.1059106.
116. Pozo K, Kukučka P., Vančková L, Přibylková, Klanová J, Rudolph A, Banguera Y, Monsales J., Contreras S., Barra R and Ahumada R, 2015, Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Concepcion Bay, central Chile after the 2010 Tsunami, *Marine Pollution Bulletin* 95 (1) 480-483.
117. Ramajo, L.; Marbà, N.; Prado, L.; Peron, S.; Lardies, M.; Rodríguez-Navarro, A.; Vargas, C.A.; Lagos, N.; & Duarte, C., 2016, Biomineralization changes with food supply confer juvenile scallops (*Argopecten purpuratus*) resistance to ocean acidification. *Global Change Biology*.
118. Ramírez, E.E., González, M.A., Cifuentes, A.S., Inostroza, I., Urrutia, R.E., 2015. Culture and growth of two benthic diatoms species isolated from the salar del Huasco (North of Chile, 20° S) at different conditions of temperature, light and nutrient. *Gayana Botanica*. 72 (2) 165-176.
119. Rojas, C, Sepúlveda-Zúñiga, E. Barbosa, O. Rojas, O. Martínez, C., 2015, Patrones en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción Metropolitana. *Revista de Geografía Norte Grande*. 61. 181-204.
120. Pérez, C.A.; Lagos, N.A.; Saldías, G.S.; Waldbusser, G.; & Vargas, C.A., 2016, Riverine discharges impact physiological traits and carbon sources for shell carbonate in the marine intertidal mussel *Perumytilius purpuratus*: (Accepted) in *Limnology & Oceanography*.
121. Van Daele, M., Moernaut, J., Doom, L., Boes, E., Fontijn, K., Heirman, K., Vandoorne, W., Hebbeln, D., Pino, M., Urrutia, R., Brümmer, R. & M. de Batist, 2015. A comparison of the sedimentary records of the 1960 and 2010 great Chilean earthquakes in 17 lakes: Implications for quantitative lacustrine palaeoseismology. *Sedimentology*.
122. Vargas, C.A.; Contreras, P.Y.; Pérez, C.A.; Sobarzo, M.; Saldías, G.S.; & Salisbury, J., 2016, Influences of riverine and upwelling waters on the coastal carbonate system off Central Chile, and their ocean acidification implications, *Journal of Geophysical Research, Biogeosciences*.
123. Vera-Escalona, I., E. Habit, D. Ruzzante. 2015. Echoes of a distant time: effects of historical processes on contemporary genetic patterns in *Galaxias platei* in Patagonia. *Molecular Ecology* 24: 4112-4128.
124. Villamar, C.A., Rivera, D., Neubauer, M.E., Vidal, G. 2015. Nitrogen and phosphorus distribution in a constructed wetland fed with treated swine slurry from an anaerobic lagoon. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 50(1) 60-71 DOI: 10.1080/10934529.2015.964628.

125. Wiemer, G., Moernaut, J., Stark, N., Kempf, P., De Batist, M., Pino, M., Urrutia, R., de Guevara, B.L., Strasser, M. & A. Kopf, 2015. The role of sediment composition and behavior under dynamic loading conditions on slope failure initiation: a study of a subaqueous landslide in earthquake-prone South-Central Chile. *International Journal of Earth Sciences*, 104 (5), 1439-1457. Wilkes M.A., I. Maddock, O. Link, E. Habit. 2015. A Community-Level, Mesoscale Analysis of Fish Assemblage Structure in Shoreline Habitats of a Large River Using Multivariate Regression Trees. *River Research and Applications* 02/2015; DOI:10.1002/rra.2879.
126. Yévenes M, R. Figueroa, O. Parra, and L. Farías. 2015. Inter-annual variability of dissolved inorganic nitrogen in the Biobío River, Central Chile: an analysis base on a decadal database along with 1-D reactive transport modeling. *Hydrology and Earth System Sciences Discuss*, 12, 705–738
127. Nahuethual, L., Carmona, A., Latorra, P., Barrena, J., Aguayo, M. 2014. A mapping approach to assess intangible cultural ecosystem services: The case of agriculture heritage in Southern Chile. *Ecological Indicators*.
128. Tucca F, Díaz-Jaramillo M, Cruz G, Bay Smith E and R Barra, 2014, Toxic Effects of Antiparasitic Pesticides Used by the Salmon Industry in the Marine Amphipod *Monocorophium insidiosum*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 67(2):139-148.
129. Tucca F, Moya H, Barra R, 2014, Ethylene vinyl acetate polymer as a tool for passive sampling monitoring of hydrophobic chemicals in the salmon farm industry, *Marine Pollution Bulletin* 88(1-2): 174-179.
130. Espejo W, Celis JE, Gonzalez-Acuna D, Jara S, Barra R, 2014, Concentration of trace metals in excrements of two species of penguins from different locations of the Antarctic Peninsula. *Polar Biology* 37(5):675-683.
131. Celis, J.E., Espejo, W., González-Acuña, D., Jara, S., Barra, R, 2014 Assessment of trace metals and porphyrins in excreta of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) in different locations of the northern coast of Chile *Environmental Monitoring and Assessment*, 186: 1815-1824.
132. Correa-Araneda F, Díaz ME, Ovalle K, Encina-Montoya F, Urrutia R & R Figueroa, 2014, Benthic macroinvertebrate community patterns of Mediterranean forested wetlands and their relation to changes in the hydroperiod. *Limnetica*, 33 (2): 361-374.
133. Vera-Escalona I., Paterson I. G., Habit E., Ruzzante D.E. 2014. Development and characterization of 15 novel microsatellite markers for the freshwater fish *Galaxias plattei*. *Conservation Genetic Resources*. DOI 10.1007/s12686-014-0236-2.
134. Muñoz-Ramírez, C.P., P.J. Unmack, E. Habit, J.B. Johnson, V.E. Cussac, P. Victoriano. 2014. Phylogeography of the ancient catfish family Diplomystidae: Biogeographic, systematic, and conservation implications. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 73:146-160.
135. Belk M. C., E. Habit, J. J. Ortiz-Sandoval, C. Sobenes & E. A. Combs. 2014. Ecology of *Galaxias plattei* in a depauperate lake. *Ecology of Freshwater Fish*. 23: 615–621.
136. Correa-Araneda, F., P. De Los Ríos & E. Habit. 2014. Presence of the Red Jollytail, *Brachygalaxias bullocki* (Regan, 1908) (Galaxiformes: Galaxiidae), in freshwater forested wetlands from Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*. 87:20.
137. Pozo K, Urrutia R, Mariottini M, Rudolph A, Banguera J, Pozo K, Parra O & S Focardi, 2014, Levels of Persistent Organic Pollutants (POPs) in sediments from Lenga estuary, central Chile, *Marine Pollution Bulletin* 79: 338-348.
138. Pozo, K., Perra, G., Gomez, V., Barra, R. & R. Urrutia, 2014. Temporal trends of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in a dated sediment core of a high altitude mountain lake: Chungara Lake-Northern Chile (18° S). *Journal of the Chilean Chemical Society*, 59 (3), pp. 2564-2567.
139. Escalante G., C. León, B. Giacomozzi, V. Guzmán, M. A Mondaca, R. Urrutia, C. Smith & V. Campos, 2014. Unusual pathogenic bacterium isolated from microbial communities of bioaerosols at Chilean Patagonian lakes. *Aerobiologia*. 30:323–331 pp. doi 10.1007/s10453-014-9330-x.
140. Moernaut J., M. Van Daele, K. Heirman, K. Fontijn, M. Strasser, M. Pino, R. Urrutia & M. De Batist, 2014. Lacustrine turbidites as a tool for quantitative earthquake reconstruction: New evidence for a variable rupture mode in South Central Chile. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. 1607-1633 pp. doi: 10.1002/2013JB010738.
141. Van Daele M., J. Moernaut, G. Silversmit, S. Schmidt, K. Fontijn, K. Heirman, W. Vandoorne, M. De Clercq, J. Van Acker, C. Wolff, M. Pino, R. Urrutia, S.J. Roberts, L. Vincze, and M. De Batist, 2014, The 600 yr eruptive history of Villarrica Volcano (Chile) revealed by annually laminated lake sediments. *Geological Society of America Bulletin*, Vol. 126; N°. 3/4; p. 481–498; doi: 10.1130/B30798.1.

142. Fierro, P., C. Bertrán, D. Martínez, C. Valdovinos & L. Vargas-Chacoff, 2014, Ontogenetic and temporal changes in the diet of the Chilean silverside *Odontesthes regia* (Atherinidae) in southern Chile, *Cahiers de Biologie Marine* 55 :323-332.
143. Chartier, C., López, D. and Vidal, G. 2014. Anaerobic technology influence on pig slurry biofertilization: Evaluation of enteric bacteria. *Water, Air and Soil Pollution* 225 (1), 1790-1780. DOI 10.1007/s11270-013-1790-z.
144. Plaza de los Reyes, C., Pozo, G. and Vidal, G. 2014. Nitrogen behavior in a free water surface constructed wetland used as post-treatment for anaerobically treated swine wastewater effluent. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 49(2), 218-227, DOI: 10.1080/10934529.2013.838925.
145. Vera, I., Araya, F., Andrés, E., Sáez, K., and Vidal, G. 2014. Enhanced phosphorus removal from sewage in subsurface treatment wetland through zeolite as medium and artificial aeration. *Environmental Technology* 35(13), 1639-1649. DOI: 10.1080/09593330.2013.877984.
146. Villamar, C.A., Neubauer, M.E., Vidal, G. 2014. Distribution and availability of copper and zinc in a constructed wetland fed with treated swine slurry from an anaerobic lagoon. *Wetlands* 34(3), 583-591. DOI 10.1007/s13157-014-0527-0.
147. Ortiz, G., Villamar, C.A., Vidal, G. 2014. Odor from anaerobic digestion of swine slurry: influence of pH, temperature and organic loading. *Scientia Agricola* 71 (6) 443-450. Villamar, C.A., Silva, J., Bay-Schmith, E., Vidal, G. 2014. Toxicity identification evaluation in anaerobically treated swine slurry: A comparison between *Daphnia magna* and *Raphanus sativus*. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 49(11), 880-888.
148. Chamorro S., Vidal G. 2014. Determination of sublethal effects of the Kraft pulp mill effluent over feeding behavior by *Daphnia magna*. *Toxicology Letters* 229:S58-S59.
149. Casas Y, L E. Arteaga-Perez, J Dewulf, M C. Morales, E Rosa, LM. Peralta, H Van Langenhove, 2014, Health external costs associated to the integration of solid oxide fuel cell in a sugar-ethanol factory. *Applied Energy*: 1283-1292.
150. Arteaga-Pérez L, L Radovic, W Prins, Y Casas, 2014, Thermodynamic predictions of performance of a bagasse integrated gasification combined cycle under quasi-equilibrium conditions, *chemical engineering journal*, 258: 402-411.
151. Rojas, O., Sáez, K. Martínez, C. Jaque, E., 2014, Efectos socioambientales post-catástrofe en localidades costeras vulnerables afectadas por el tsunami del 27/02/2010 en Chile. *Interciencia*. Vol. 39. 383-390.
152. Rojas, O. Mardones, M. Aguayo, M. y Arumi, J.L, 2014, Una revisión de las inundaciones fluviales en Chile, período 1574-2012: causas, tipologías y efectos geográficos. *Revista de Geografía Norte Grande*. Vol. 57. 177-192.
153. Ulloa, C., García, X, 2014, Burnout synergic or inhibiting effects in combustion of coal-sawdust blends. *Ingeniería e Investigación*. Vol. 34 (2): 29-32.
154. Duarte, C.H.; Navarro, J.M.; Torres, R.; Acuña, K.; Duarte, C.; Manríquez, P.H.; Lardies, M.; Lagos, N.A.; Vargas, C.A., 2014, Combined effects of temperature and Ocean acidification on the juvenile individuals of the mussel *Mytilus chilensis*. *Journal of Sea Research* 85: 308-314.
155. Lardies M.A., Arias M.B., Poupin M.J., Manríquez P.H., Torres R., Vargas C.A., Navarro J.M. & Lagos N.A., 2014, Differential response to ocean acidification in physiological traits of *Concholepas concholepas* populations. *Journal of Sea Research*, 90: 127-134.
156. Manríquez, P.H.; Jara, M.E.; Mardones, M.L.; Torres, R.; Navarro, J.M.; Lardies, M.A.; Vargas, C.A.; Duarte, C.; Lagos, N.A., 2014, Ocean acidification affects predator avoidance behavior but not prey detection in the early ontogeny of a keystone species, *Marine Ecology Progress Series* 502: 157-167.
157. Silva N. & Vargas, C.A., 2014, Hypoxia in Chilean Patagonian Fjords. *Progress in Oceanography*, 129: 62 -74.
158. Lafon, A.; Silva, N.; Vargas, C.A, 2014, Contribution of allochthonous organic carbon across the Serrano River Basin and the adjacent fjord system in Southern Chilean Patagonia: insights from the combined use of stable isotope and fatty acid biomarkers. *Progress in Oceanography*. 129: 98 - 113.
159. Manríquez, P.H.; Jara, M.E.; Mardones, M.L.; Torres, R.; Lagos, N.A.; Lardies, M.A. Vargas, C.A.; Duarte, C. & Navarro, J.M. 2014, Effects of ocean acidification on developing and early post hatching larval traits of *Concholepas concholepas* (loco). *Marine Ecology Progress Series* 514: 87-103.
160. Nahuelhual, L., Carmona, A., Lozada, P., Jaramillo, Aguayo, M. 2013. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. *Applied Geography*, editorial: Elsevier. Publicada.
161. Torrejón, F., Bizama, G., Araneda, A., Aguayo, M., Bertrand, S., Urrutia, R. 2013. Descifrando la historia ambiental de los archipiélagos de Aysén, Chile: el influjo colonial y la explotación económica-mercantil republicana (siglos XVI-XIX). *Magallania*, editorial: Universidad de Magallanes.

162. Barón, E., Rudolph, I., Chiang, G., Barra, R., Eljarrat, E., Barceló, D., 2013, Occurrence and behavior of natural and anthropogenic (emerging and historical) halogenated compounds in marine biota from the Coast of Concepcion (Chile), *Science of the Total Environment*, 461-462: 258-264.
163. Barón, E., Gago-Ferrero, P., Gorga, M., Rudolph, I., Mendoza, G., Zapata, A.M., Díaz-Cruz, S., Barra, R., Ocampo-Duque, W., Páez, M., Darbra, R.M., Eljarrat, E., Barceló, D., 2013, Occurrence of hydrophobic organic pollutants (BFRs and UV-filters) in sediments from South America, 2013, *Chemosphere*, 92 (3): 309-316.
164. Diaz-Jaramillo, M; Socowsky, R ; Pardo, LM ; Monserrat, JM ; Barra, R, 2013, Biochemical responses and physiological status in the crab *Hemigrapsus crenulatus* (Crustacea, Varunidae) from high anthropogenically-impacted estuary (Lenga, south-central Chile) *Marine Environmental Research* 83: 73-81.
165. Figueroa R, Bonada N, Guevara M, Pedreros P, Correa-Araneda F, Díaz ME & Ruiz VH, 2013, Freshwater biodiversity and conservation in Mediterranean climate streams of Chile. *Hydrobiologia* 719 (II): 269-290.
166. Grantham T, Figueroa R & N Prat, 2013, Water management in Mediterranean river basins: a comparison of management frameworks, physical impacts, and ecological responses. *Hydrobiologia*. 719 (II): 451-482.
167. Pedreros P, Guevara M, Figueroa R, Araneda A, Stehr A, Link & R Urrutia, 2013, Comportamiento térmico en ríos mediterráneos andinos de la zona centro-sur de Chile. *Limnetica* 32 (1): 87-96.
168. Billman E.J., J.D. Kreitzer, J. Curtis Creighton, E. Habit, B. McMillan & M. C. Belk. 2013. Habitat enhancement and native fish conservation: can enhancement of channel complexity promote the coexistence of native and introduced fishes?. *Environmental Biology of Fishes* 96: 555-566.
169. Elgueta A., J. González, D. E. Ruzzante, S. J. Walde & E. Habit. 2013. Trophic interference by *Salmo trutta* on *Aplochiton zebra* and *Aplochiton taeniatus* in southern Patagonian lakes. *Journal of Fish Biology* 82: 430-443.
170. Sobenes C., O. Link & E. Habit. 2013. Selección denso-dependiente de microhabitat en *Galaxias platei*: un estudio experimental. *Gayana* 77(1): 35-42.
171. Retamal MR, Andreoli A, Arumi JL, Rojas J & O Parra, 2013, Water governance and climate change: strengths and weaknesses of the current water management system in Chile: An internal analysis. *Interciencia* 38 (1): 8-16.
172. Torrejón, F., Bizama, G., Araneda, A., Aguayo, M., Bertrand, S., Urrutia, R., 2013, Descifrando la historia ambiental de los Archipiélagos de Aysén, Chile: el influjo colonial y la explotación económica-mercantil republicana (Siglos XVI-XIX). *Magallania*, 41 (1): 29-52.
173. Araneda A., Jana P., Ortega C., Torrejón F., Bertrand S., Vargas P., Fagel N., Alvarez D., Stehr A. & Urrutia R., 2013, Changes in sub-fossil chironomid assemblages in two Northern Patagonian lake systems associated with the occurrence of historical fires. *Journal of Paleolimnology*, 50:41-56.
174. Van Daele M., W. Versteeg, M. Pino, R. Urrutia & M. De Batist, 2013. Widespread deformation of basin-plain sediments in Aysén fjord (Chile) due to impact by earthquake-triggered, onshore-generated mass movements. *Marine Geology*, 337: 67-79 pp.
175. Elbert J., R. Wartenburger, L. von Gunten, R. Urrutia, D. Fischer, M. Fujak, Y. Hamann, N. D. Greber & M. Grosjean, 2013, Late Holocene air temperature variability reconstructed from the sediments of Laguna Escondida, Patagonia, Chile (45°30'S). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 369: 482-492.
176. Chamorro, S., Monsalvez, E, Piña, B., Olivares, A., Hernández, V., Becerra J. and Vidal, G. 2013. Analysis of aryl hydrocarbon receptor ligands in kraft mill effluents by a combination of yeast bioassays and CG-MS chemical determinations. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* 48 (2), 145-151. DOI: 10.1080/03601234.2012.716739.
177. Chamorro, S., Hernandez, V., Matamoros V., Dominguez, C., Becerra, J., Vidal, G., Piña, B., Bayona, J.M. 2013. Chemical characterization of organic microcontaminant sources and biological effects in riverine sediments impacted by urban sewage and pulp mill discharges. *Chemosphere* 90, 611-619.
178. Villamar, C.A., Rodríguez, D.C. López, D. Peñuela, G. and Vidal, G. 2013. Effect of the generation and physical-chemical characterization of swine and dairy cattle slurries on treatment technologies. *Waste Management & Research* 31(8) 820-828. DOI: 10.1177/0734242X13479431.
179. Plaza de los Reyes, C., Villamar, C. A., Neubauer, M.E. Pozo, G. and Vidal, G. 2013. Behavior of *Typha angustifolia* L in a free water surface constructed wetlands for the treatment of swine wastewater. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering* 48(10) 1-9. DOI: 10.1080/10934529.2013.776852.

180. Vera, I., Sáez, K., Vidal, G. 2013. Performance of 14 full-scale sewage treatment plants: Comparison between four aerobic technologies regarding effluent quality, sludge production and energy consumption. *Environmental Technology* 34 (15), 2267-2275. DOI: 10.1080/09593330.2013.765921.
181. Rojas, K., Vera, I. and Vidal, G. 2013. Influence of season and species *Phragmites australis* and *Schoenoplectus californicus* on the removal of organic matter and nutrients contained in sewage wastewater during the start up operation of the horizontal subsurface flow constructed wetland. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* 69(12) 230-240.
182. Contreras M, R Domínguez, H Van Langenhove, S Herrero, G Pérez, Y Casas, J Dewulf, 2013, Exergetic analysis in cane sugar production in combination with Life Cycle Assessment. *Journal of Cleaner Production* 59: 43-50.
183. Arteaga L, Y Casas, R Pérez-Bermúdez, L M Peralta, J Dewulf, W Prins, 2013, Energy and exergy analysis of a sugar cane bagasse gasifier integrated to a solid oxide fuel cell based on a quasi-equilibrium approach. *Chemical Engineering Journal*: 1121-1132.
184. Araneda, A., Jana, P., Ortega, C., Torrejón, F., Bertrand, S., Vargas, P., Fagel, N., Alvarez, D., Stehr, A., & Urrutia, R. 2013, Changes in sub-fossil chironomid assemblages in two Northern Patagonian lake systems associated with the occurrence of historical fires. *Journal of Paleolimnology*, Vol. 50(1): 41-56.
185. Pedreros, P., Guevara, M., Figueroa, R., Araneda, A., Stehr, A., Link, O. & Urrutia R, 2013, Comportamiento térmico en ríos mediterráneos alto-andinos de la zona centro-sur de Chile. *Limnética*, Vol. 32 (1): 87-96.
186. Bezama, A., Douglas, C., Méndez; J. Szarka, N., Muñoz; E., Navia, R., Schock, S., Konrad, O., Ulloa, C, 2013, Life cycle comparison of waste-to-energy alternatives for municipal waste treatment in the Chilean Patagonia. *Waste Management and Research*, Vol. 31 (10): 67-74.
187. Navarro, J.M.; Torres, R.; Acuña, K.; Duarte, C.; Manríquez, P.H.; Lardies, M.; Lagos, N.A.; Vargas, C.A.; Aguilera, V., 2013, Impact of medium-term exposure to elevated pCO<sub>2</sub> levels on the physiological energetics of the mussel *Mytilus chilensis*. *Chemosphere* 90: 1242-1248.
188. Vargas, C.A.; Arriagada, N.L.; Sobarzo, M.; Contreras, P.Y.; Saldías, G., 2013, Bacterial production across a river to ocean continuum in Central Chile: Implications for organic carbon cycling. *Aquatic Microbial Ecology*, 68: 195-213.
189. Aguilera, V.M.; Vargas, C.A.; Manríquez, P.H.; Navarro, J.M.; Duarte, C., 2013, Low-pH Freshwater Discharges Drive Spatial and Temporal Variations in Life History Traits of Neritic Copepod *Acartiatonsa*. *Estuaries and Coasts* 36: 1084 - 1092.
190. Vargas, C.A.; De La Hoz, M.; Aguilera, V.; San Martín, V.; Manríquez, P.H.; Navarro, J.M.; Torres, R.; Lardies, M.A.; Lagos, N., 2013, CO<sub>2</sub>-driven ocean acidification reduces larval feeding efficiency and change food selectivity in the mollusk *Concholepas concholepas*. *Journal of Plankton Research* 35(5): 1059 -1068.
191. Manríquez, P.H.; Jara, M.E.; Mardones, L.; Navarro, J.M.; Torres, R.; Lardies, M.A.; Vargas, C.A. Duarte, C.; Widdicombe, S.; Salisbury, J.; Lagos, N.A., 2013, Ocean acidification affects prey-predator interactions but not net prey shell growth. *PLoS ONE* 8(7):e68643.
192. González, H.E.; Castro, L.; Daneri, G.; Iriarte, J.L.; Silva, N.; Tapia, F.; Teca, E.; Vargas, C.A., 2013, Land-ocean gradient in haline stratification and its effects on plankton dynamics and trophic carbon fluxes in Chilean Patagonian fjords (47° - 50°S). *Progress in Oceanography* 119: 32 - 47.
193. Torres, R.; Manríquez, P.H.; Duarte, C.; Navarro, J.M.; Lagos, N.A.; Vargas, C.A. & Lardies, M.A., 2013, Evaluation of a semi-automatics y stemforlong-term sea water carbonate chemistry manipulation. *Revista Chilena de Historia Natural* 86: 443 - 451.
194. Link, O., Huerta, A., Stehr, A., Monsalve, A., Meier, C., Aguayo, M. 2012. The solar to stream power ratio: A dimensionless number explaining diel fluctuations of temperature in meso-scale rivers. *Revista: River Research and Applications*. Editorial: Willey.
195. Chiang, G., Munkittrick, K.R., Urrutia, R., Concha, C., Rivas, M., Diaz-Jaramillo, M., Barra, R., 2012, Liver ethoxyresorufin-O-deethylase and brain acetylcholine esterase in two freshwater fish species of South America; the effects of seasonal variability on study design for biomonitoring. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 86: 147-155.
196. Celis, J.; Jara, S.; González-Acuna, D.; Barra R., and Espejo W., 2012, A preliminary study of trace metals and porphyrins in excreta of Gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) at two locations of the Antarctic Peninsula *Archivos de Medicina Veterinaria* 44 (3): 311-316.
197. Y.Q. Huang, Wong C.K.C., Zheng J.S., Bouwman H., Barra R., Wahlström B., Neretin L., Wong M.H., 2012, Bisphenol A (BPA) in China: A review of sources, environmental levels, and potential human health impacts. *Environment International* 42:91-99.

198. Chiang, G; Munkittrick, KR; McMaster, ME; Saavedra, MF ; Ancalaf, A ; Gavilan, JF.; Barra, R., 2012, Seasonal changes in oocyte development, growth and population size distribution of *Percilia gillissi* and *Trichomycterus areolatus* in the Itata basin, Chile *GAYANA* 76 (2): 131-141.
199. Montory, M ; Fernandez, P ;Grimalt JO , 2012, Polybrominateddiphenyl ether levels in wild and farmed Chilean salmon and preliminary flow data for commercial transport. *Journal of Environmental Sciences* 24(2):221-227.
200. Ulloa P, Ruiz VH & R Figueroa, 2012, Secondary digestion in the analysis of the stomach contents of jumbo flying squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Teuthoidea): how important is it?. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 47:(3) 413-428.
201. Fuentealba C & R Figueroa, 2012, Nueva especie de Planorbidae (Gastropoda: Basommatophora) en la Patagonia chilena: *Biomphalaria cristiani* sp. nov. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40(4): 929-935.
202. Bertin A, Ruiz V, Figueroa R & N Gouin, 2012, The role of spatial processes and environmental determinants in microgeographic shell variation of the freshwater snail *Chilina dombeyana* (Bruguière, 1789). *Naturwissenschaften* 99:225-232.
203. Monaci F, Fantozzi F, Figueroa R, Parra O & R. Bargagli, 2012, Baseline element composition of foliose and fruticose lichens along the steep climatic gradient of SW Patagonia (Aisén Region, Chile). *Journal of Environmental Monitoring*, 14(9):2309-2316.
204. Correa-Araneda FJ, Urrutia J, Soto-Mora Y, Figueroa R & E Hauenstein 2012, Effects of the hydroperiod on the vegetative and community structure of freshwater forested wetlands, Chile. *Journal of Freshwater Ecology* 27(3) 459-470.
205. Boyero L, Pearson R, Dudgeon D, Ferreira V, Graça M, Gessner M, Boulton A, Chauvet E, Yule C, Albariño R, Ramírez A, Helson J, Callisto M, Arunachalam M, Chará J, Figueroa R, Mathooko J, Gonçalves J, Moretti M, Chará-Serna A, Davies J, Encalada A, Lamothe S, Buria L, Castela J, Cornejo A, Li A, ErimbaCh, Díaz V, Zúñiga M, Swan C & Barmuta L., 2012, Global patterns of stream detritivore distribution: implications for biodiversity loss in changing climates. *Global Ecology and Biogeography*, 21(2): 134-141.
206. Habit, E., J. Gonzalez, D.E. Ruzzante & S.J. Walde. 2012. Native and introduced fish species richness in Chilean Patagonian lakes: inferences on invasion mechanisms using salmonid-free lakes. *Diversity and Distributions* 18(12):1153-1165.
207. García A., C. Sobenes, O. Link & E. Habit. 2012. Bioenergetic models of the threatened darter *Percilia irwini*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 45(1):17-28.
208. Unmack, P.J., J.P. Barriga, M.A. Battini, E. Habit, & J.B. Johnson. 2012. Phylogeography of the catfish *Hatcheria macraei* reveals a negligible role of drainage divides in structuring populations. *Molecular Ecology* 21, 942-959.
209. Montory M, E Habit, P Fernandez, JO. Grimalt & R Barra. 2012. Polybrominated diphenyl ether levels in wild and farmed Chilean salmon and preliminary flow data for commercial transport. *Journal of Environmental Sciences*, 24(2) 221-227.
210. Billman, E., JD Kreitzer, JC Creighton, E. Habit, B. McMillan & MC. Belk. 2012. Habitat enhancement and native fish conservation: can enhancement of channel complexity promote the coexistence of native and introduced fishes? *Environmental Biology of Fishes* 96:555-566.
211. Habit, E. & P. Victoriano. 2012. Composición, origen y valor de conservación de la ictiofauna del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana* 76(1): 10-23.
212. Colin, N., P. Piedra & E. Habit. 2012. Variaciones espaciales y temporales de las comunidades ribereñas de peces en un sistema fluvial no intervenido: río San Pedro, cuenca del río Valdivia (Chile). *Gayana* 76(1): 36-44.
213. García, A., J. González & E. Habit. 2012. Caracterización del hábitat de peces nativos en el río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana* 76(1): 24-35.
214. Valdovinos, C., E. Habit, A. Jara, P. Piedra, J. González & J. Salvo. 2012. Dinámica espacio-temporal de 13 especies de peces nativos en un ecotono lacustre-fluvial de la cuenca del río Valdivia (Chile). *Gayana* 76(1): 45-58.
215. Piedra, P., E. Habit, A. Oyanedel, N. Colin, K. Solis-Lufí, J. González, A. Jara, N. Ortiz & R. Cifuentes. 2012. Patrones de desplazamiento de peces nativos en el río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana* 76(1): 59-70.
216. Montoya, G., A. Jara, K. Solis-Lufí, N. Colin & E. Habit. 2012. Primeros estadios del ciclo de vida de peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana* 76(1): 86-100.
217. Cifuentes, R., J. González, G. Montoya, A. Jara, N. Ortiz, P. Piedra & E. Habit. 2012. Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana* 76(1): 101-110.
218. Habit, E. & O. Parra. 2012. Fundamento y aproximación metodológica del estudio de peces del río San Pedro. *Gayana* 76(1): 1-9.

219. Victoriano P., I. Vera, V. Olmos, M. Dib, B. Insunza, C. Muñoz-Ramírez, R. Montoya, A. Jara & E. Habit. 2012. Patrones idiosincráticos de diversidad genética de peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia), un sistema de la región glaciada del sur de Chile. *Gayana* 76(1): 71 – 85.
220. Beltrán-Concha, M., C. Muñoz-Ramírez, J. Ibarra & E. Habit. 2012. Análisis de la dieta de *Diplomystes* (Siluriformes: Diplomystidae) de Chile. *Gayana* 76(2):102-111.
221. Habit E. & O. Parra. 2012. Fundamento y aproximación metodológica del estudio de peces del río San Pedro. In *Peces nativos del río San Pedro (Chile): estudios poblacionales, comunitarios y de hábitats, para su conservación y seguimiento ambiental* (C. Valdovinos & O. Parra editores invitados). *Gayana* 76: 1-9.
222. Monaci F, Fantozzi F, Figueroa R, Parra O & Bargagli R. 2012. Baseline element composition of foliose and fruticose lichens along the steep climatic gradient of SW Patagonia (Aysen Region, Chile). *Journal of Environmental Monitoring*. 2012. 14 (9): 2309-16.
223. Viggiani C, S. M., Cioce Sampaio, C. A., Parra, O., Malheiros, T. F., Fernández, V. & A. Philippi Jr., 2012, Redes académicas para pesquisa e capacitação em meio ambiente e desenvolvimento sustentável: uma revisão crítica. *Interciencia*, 21pp. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo XV(3): 165-184. 2012.
224. Bertrand S., A. Araneda, P. Vargas, P. Jana, N. Fagel & R. Urrutia, 2012. Using the N/C ratio to correct bulk radiocarbon ages from lake sediments: Insights from Chilean Patagonia. *Quaternary Geochronology* 12: 23–29.
225. Von Gunten, L., M. Grosjean, C. Kamenik, M. Fajak & R. Urrutia, 2012. Calibrating biogeochemical and physical climate proxies from non-varved lake sediments with meteorological data: methods and case studies. *Journal of Paleolimnology*. 47: 583 – 600.
226. Chiang G., K. Munkittrick, R. Urrutia, C. Concha, M. Rivas, M. Diaz & R. Barra, 2012. Liver ethoxyresorufin-O-deethylase and brain acetylcholinesterase in two freshwater fish species of South America; the effects of seasonal variability on study design for biomonitoring. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol 86: 147-155 pp.
227. Leon C., V. Campos, R. Urrutia & M.A. Mondaca, 2012. Metabolic and molecular characterization of bacterial community associated to Patagonian Chilean oligotrophic-lakes of Quaternary glacial origin. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. Vol. 28: 1511-1521.
228. Elbert, J., M. Grosjean, L. von Gunten, R. Urrutia, D. Fischer, R. Wartenburger, D. Ariztegui, M. Fajak & Y. Hamann, 2012. Quantitative high-resolution winter (JJA) precipitation reconstruction from varved sediments of Lago Plomo 47°S, Patagonian Andes, AD 1530 – 2002. *The Holocene*, 22: 465-474.
229. Iriarte J.L., C. Vargas, F. Tapia, R. Bermudez & R. Urrutia, 2012. Primary production and plankton carbon biomass in a river-influenced upwelling area off Concepción, Chile. *Progress in Oceanography*. Vol. 92-95: 97-109 pp.
230. Valdovinos, C., E. Habit, A. Jara, P. Piedra, J. González & J. Salvo, 2012, Dinámica espacio-temporal de 13 especies de peces nativos en un ecotono lacustre-fluvial de la cuenca del río Valdivia (Chile). En: Valdovinos, C. & O. Parra (Editores) *Peces nativos del río San Pedro (Chile): estudios poblacionales, comunitarios y de hábitats, para su conservación y seguimiento ambiental*. *Gayana* (volumen especial): 45-58.
231. Valdovinos, C. & O. Parra (Editores), 2012, *Peces nativos del río San Pedro (Chile): estudios poblacionales, comunitarios y de hábitats, para su conservación y seguimiento ambiental*. *Gayana* (volumen especial): 116 pp.
232. Villamar, C.A., Cañuta, T., Belmonte, M. and Vidal, G. 2012. Characterization of swine wastewater by Toxicity Identification Evaluation Methodology (TIE). *Water Air and Soil Pollution* 223, 363-369. DOI: 10.1007/s11270-011-0864-z.
233. Belmonte, M., Vázquez-Padín, J.R. Figueroa, M. Campos, J.L. Méndez, R. Vidal, G. and Mosquera-Corral, A. 2012. Denitrifying activity and N<sub>2</sub>O production via nitrite using acetate and swine wastewater as carbon source. *Process Biochemistry* 47(7), 1202-1206. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2012.04.012>.
234. Jarpa, M., Pozo, G., Baeza, R., Martínez, M. and Vidal, G. 2012. Polyhydroxy alkanolate biosynthesis from paper mill wastewater by a moving bed biofilm bioreactor. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* 47, 2052-2059. DOI:10.1080/10934529.2012.695699.
235. Pozo, G., Villamar, C.A., Martínez, M. and Vidal, G. 2012. Effect of organic load and nutrient relationship on the operation stability of the moving bed bioreactor for kraft mill wastewater treatment and the incidence of polyhydroxy alkanolates biosynthesis. *Water Science and Technology* 66 (2), 370–376.
236. Arteaga-Pérez L, LM. Peralta, Y Casas, JO. Preto Garcia, 2012, Comprehensive simple model on Solid Oxide Fuel Cells. *ISRN Chemical Engineering*: 1-10. doi:10.5402/2012/709171.

237. Arteaga-Pérez L, Y Casas, R Pérez-Bermúdez, L Rodríguez-Machín, R M. Santos, J Dewulf, 2012, A Thermodynamic Approach to the Integration of a Sugar Cane Bagasse Gasifier with a Solid Oxide Fuel Cell. *Chemical Engineering Transactions*. Vol. 29.,
238. Arteaga-Pérez L, Y Casas, Luis M Peralta, Julio O Prieto, Daikenel Granda. 2012. Determinación de la calidad energética y la composición del gas de síntesis producido con biocombustibles. Parte I: Combustibles Líquido, Etanol. *Rev. Afinidad* Vol 68, 554.,
239. Salazar C., CA. Zaror, MA. Mondaca, P. González, H. Mansilla, C. Peña., 2012, Advanced Electro-chemical Oxidation of Ultrafiltration Permeates from Cellulose Bleaching Effluents, *Journal of Advanced Oxidation Technologies* 15(2), 254-265.
240. Zaror C., C. Segura, H. Mansilla, MA. Mondaca, P. Gonzalez, 2010, Kinetic study of Imidacloprid removal by advanced oxidation based on photo-Fenton process, *Environmental Technology*: 31(13) 1411-1416.
241. Link, O., Huerta, A., Stehr, A. Monsalve, A., Meier, C. and Aguayo, M. 2012, The Solar to Stream Power Ratio: A Dimensionless Number Explaining Diel Fluctuations of Temperature in Mesoscale Rivers". *River Research and Applications*, Vol. 29 (6): 792-803.
242. Monsalve, A., Link, O. y Stehr, A. 2012, Régimen Térmico de Ríos: Desarrollo, Verificación y Aplicación de un Modelo Numérico. *Tecnología y Ciencias del Agua*, Vol. 3 (4): 41-56.
243. Ulloa, C., Merino, G., de Bruijn J., Gontupil, J, 2012, Kinetic of Biogas generation from microbreweries organic wastes. *Chilean Journal of Agricultural Sciences*. Vol.28 (1): 5-20.
244. Iriarte, J.L., Vargas, C.A.; Bermúdez, R.; Urrutia, R.E.; Tapia, F.J., 2012, Primary production and plankton carbon biomass in a river-influenced upwelling area off Concepción, Chile. *Progress in Oceanography* 92(1): 97-109.
245. Vargas, C.A.; Contreras, P.Y.; Iriarte J.L., 2012, Relative importance of phototrophic, heterotrophic, and mixotrophic nanoflagellates in the microbial food web dynamic of a river-influenced coastal upwelling area. *Aquatic Microbial Ecology* 65: 233 – 248.
246. Léniz, B.; Vargas, C.A.; Ahumada, R., 2012, Characterization and comparison of microphytoplankton biomass in the lower reaches of the Biobío River and the adjacent coastal area off Central Chile during autumn-winter conditions. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40(4) 847 – 857.
247. Bizama, G., Torrejón, F., Aguayo, M., Echeverría, C., Urrutia, R. 2011, Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia -Chile): El rol de los incendios forestales durante la primera mitad del siglo XX. *Revista de Geografía Norte Grande*. Editorial: Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Geografía,
248. García, K., Ortiz, J.C., Aguayo, M., D'Elía, G. 2011. Mammalia, Rodentia, Sigmodontinae, *Irenomys tarsalis* (Philippi, 1900) and *Geoxus valdivianus* (Philippi, 1858): Significant ecological range extension, *Journal of Species Lists and Distribution*". Editorial: Universidade Federal de Goiás.
249. Diaz-Jaramillo, M; da Rocha, AM ; Gomes, V ; Bianchini, A ; Monserrat, JM ; Saez, K ; Barra, R., 2011, Multibiomarker approach at different organization levels in the estuarine *Perinereis gualpensis* (Polychaeta; Nereididae) under chronic and acute pollution conditions. *Science of the Total Environment* 410:126-135.
250. Chiang, G; Munkittrick, KR ; Saavedra, MF ; Tucca, F ; McMaster, ME ; Urrutia, R ; Tetreault, G., Barra, R., 2011, Seasonal changes in reproductive endpoints in *Trichomycterus areolatus* (Siluriformes: Trichomycteridae) and *Percilia gillissi* (Perciformes, Perciliidae) and the consequences for environmental monitoring. *Studies on Neotropical fauna and Environment* 46(3)185-196.
251. Chiang G, McMaster ME, Urrutia R, Saavedra MF, Gavilán JF, Tucca F, Barra R. and Munkittrick KR., 2011, Health Status of Native Fish (*Percilia gillissian* *Trichomycterus areolatus*) Downstream of the Discharge of Effluent from a Tertiary-Treated Elemental Chlorine-Free Pulp Mill in Chile. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(8) 1793-1809.
252. Montory M., Habit E., Bahamonde P., Fernández P., Grimalt JO., Sáez K., Rudolph I., Barra R., 2011, Polychlorinated biphenyls in farmed and wild *Onchorhynchus kisutch* and *Onchorhynchus mykiss* from the Chilean Patagonia, *Environmental Science and Pollution Research* 18(4): 629-637.
253. Diaz-Jaramillo M., Ribas J., da Rocha AM., Bay-Smith .E, Fillmann G., Barra R., Monserrat JM, 2011, Antioxidant responses in the polychaete *Perinereis gualpensis* (Nereididae) exposed to the carbon nanomaterial fullerene (C60), *Chemistry and Ecology* 27, 43-48.
254. Quiroz R., Popp P. and R. Barra., 2011, Temporal Variation of PAHs in soils from the Biobío Region Central Southern Chile, *Journal of the Chilean Chemical Society* 56 (1) 571-573.

255. Shunthirasingham C., Barra R., Mendoza G., Montory M., Oyiliagu C.E, Lei YD., Wania F., 2011, Spatial variability of atmospheric semivolatile organic compounds in Chile, *Atmospheric Environment* 45(2) 303-309.
256. Correa-Araneda FJ, Urrutia J & R Figueroa, 2011, Estado del conocimiento y principales amenazas de los humedales boscosos de agua dulce de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 325-340.
257. Boyero L, Pearson R, Gessner M, Barmuta L, Ferreira M, Graca M, Dudgeon M, Boulton A, Callisto M, Chauvet E, Helson J, Bruder A, Albariño R, Yule C, Arunachalam M, Davies J, Figueroa R, Flecker A, Ramírez A, Death R, Iwata T, Mathooko J, Mathuriau C, Gonzales J, Moretti M, Jinggut T, Lamothe S, ErimbaCh, Ratnarajah L, Schindler M, Castela J, Buria L, Cornejo A, Villanueva V & West D, 2011, A global experiment suggests climate warming will not accelerate litter decomposition in streams but might reduce carbon sequestration. *Ecology Letters* 14: 289–294.
258. Vidal-Abarca MR, Suárez ML, Figueroa R, Henríquez M, García V, Domínguez C, Arce MA, 2011, Caracterización hidroquímica del Complejo de Humedales “El Yali”: Chile Central, *Limnetica*, 30 (1): 43-58.
259. Montory M, E. Habit, P. Bahamonde, P. Fernández, J.O. Grimalt, K. Saez, I. Rudolph, R. Barra. 2011. Polychlorinated biphenyls in farmed and wild *Onchorhynchus kisutch* and *Onchorhynchus mykiss* from the Chilean Patagonia. *Environmental Science Pollution Research* 18:629–637.
260. Ibarra J., E. Habit, K. Solis-Lufi & R. Barra. 2011. Juveniles de Salmón Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) Ríos y Lagos de la Patagonia Chilena. *Gayana*, 75(1), 90-99.
261. Montory M, E. Habit, P. Bahamonde, P. Fernández, JO Grimalt, K Saez, I Rudolph, R. Barra. 2011. Polychlorinated biphenyls in farmed and wild *Onchorhynchus kisutch* and *Onchorhynchus mykiss* from the Chilean Patagonia. *Environmental Science and Pollution Research* (2011) 18:629–637.
262. García, A, K Jorde, E Habit, D Caamaño & O Parra. 2011. Downstream Environmental Effects of Dam Operations: Changes in Habitat Quality for Native Fish Species, *River Research and Applications*. 27: 312 -327.
263. García Alex, Jorde Klaus, Habit Evelyn, Caamaño Diego & Parra Oscar. 2011. Downstream environmental effects of Ralco and Pangue dam operations: changes in habitat quality for native fish species, *Biobío River, Chile. River Research and Applications* 27(3): 312-327.
264. Karrasch, B., Woelfl, S., Urrutia, R., González, J., Valdovinos, C., Cid, H. & O. Parra. 2011. Ecomicrobiology and microbial assimilative microbiana del lago oligotrófico andino Laja, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 433-450.
265. Pozo, K. Perra, G., Menchi, V., Urrutia, R., Parra, O., Rudolph, A. & S. Focardi. 2011. Levels and spatial distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH's) in sediments from Lenga Estuary, Central Chile. *Marine Pollution Bulletin* 62 (7): 1572-1576.
266. Rojas Jorge y Oscar Parra. 2011. Cambio climático local: La Región del Biobío en Chile en contexto global. *Revista Brasileira de Ciencias Ambientales* 17: 60-69.
267. Karrasch B., S. Woelfl, R. Urrutia, J. González, C. Valdovinos, H. Cid & O. Parra, 2011. Ecomicrobiology and microbial assimilative capacity of the oligotrophic Andean Lake Laja, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84: 433-450 pp.
268. Claret M., R. Urrutia, R. Ortega, S. Best & N. Valderrama, 2011. Quantifying nitrate leaching in irrigated wheat (*Triticum aestivum* L.) with three nitrogen fertilization strategies in an alfisol soil. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 71(1): 148-156 pp.
269. Heirman K., M. De Batist, F. Charlet, J. Moernaut, E. Chapron, R. Bruemmer, M. Pino & R. Urrutia, 2011. Detailed seismic stratigraphy of Lago Puyehue: implications for the mode and timing of glacier retreat in the Chilean Lake District. *Journal of Quaternary Science*. Vol. 26(7): 665-674 pp.
270. Pozo K., G. Perra, V. Menchi, R. Urrutia, O. Parra, A. Rudolph & S. Focardi, 2011. Levels and spatial distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Lenga Estuary, central Chile. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 62 (7): 1572-1576 pp.
271. Chiang, G., K. Munkittrick, MF Saavedra, F. Tucca, M. McMaster R. Urrutia, G. Tetreault, JF Gavilan & R. Barra, 2011. Seasonal changes in reproductive endpoints in *Trichomycterus areolatus* (Siluriformes: Trychomycteridae) and *Percilia gillisi* (Perciformes: Percillidae), and the consequences for environmental monitoring. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. Vol. 46 (3): 185-196 .
272. Chiang G, McMaster ME, Urrutia R, Saavedra MF, Gavilán JF, Tucca F, Barra R. and Munkittrick KR., 2011, Health Status of Native Fish (*Percilia gillissian* *Trichomycterus areolatus*) Downstream of the Discharge of Effluent from a Tertiary-Treated Elemental Chlorine-Free Pulp Mill in Chile. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30(8) 1793-1809. DOI: 10.1002/etc.573.

273. Diaz-Jaramillo, M; da Rocha, AM ; Gomes, V ; Bianchini, A ; Monserrat, JM ; Saez, K ; Barra, R., 2011, Multibiomarker approach at different organization levels in the estuarine *Perinereis gualpensis* (Polychaeta; Nereididae) under chronic and acute pollution conditions. *Science of the Total Environment* 410:126-135. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.09.007.
274. Oyanedel, A., C. Valdovinos, N. Sandoval, C. Moya, G. Kiessling, J. Salvo & V. Olmos, 2011, The Southernmost Freshwater Anomurans of the World: Geographic Distribution and New Records of Patagonian Aeglids (Decapoda: Aeglidae). *Journal of Crustacean Biology* 31(3): 396-400.
275. Karrash, B., S. Woelfl, R. Urrutia, J. González, C. Valdovinos, H. Cid & O. Parra, 2011, Ecomicrobiology and microbial assimilative capacity of the oligotrophic Andean Lake Laja, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 433-450.
276. Vera, I., García, J., Sáez, K., Moragas, L., Vidal, G. 2011. Performance evaluation of eight years experience from constructed wetlands systems in Catalonia as alternative treatment for small communities. *Ecological Engineering* 37, 364-371 (doi:10.1016/j.ecoleng.2010.11.031).
277. Pozo, G., Villamar, A.C. Martínez, M. and Vidal, G. 2011. Polyhydroxy alkanooates (PHA) biosynthesis from kraft mill wastewaters: biomass origin and C: N relationship influence. *Water Science and Technology* 6(3), 449-455.
278. Rodríguez, D.C., Belmonte, M., Peñuelas, G., Campos, J.L. and Vidal, G. 2011. Behaviour of molecular weight distribution for the liquid fraction of pig slurry treated by anaerobic digestion. *Environmental Technology* 32(4), 419. DOI: 10.1080/09593330.2010.501821.
279. Belmonte, M., Hsieh, C.F., Figueroa, C. Campos J.L. and Vidal, G. 2011. Influence of solids contained into piggery wastewater on the methanogenic toxicity. *Electronic Journal of Biotechnology* 14(3), 11. DOI: 10.2225/vol14-issue3-fulltext-11.
280. Xavier, C.R., Oñate, E., Mondaca, M.A., Campos, J.L. and Vidal, G. 2011. Genotoxic effects of kraft pulp mill effluents treated by biological aerobic systems. *Interciencia* 36(6), 412-416.
281. López, D., Chamorro, S. Silva, J. Bay-Schimth, E. and Vidal, G. 2011. Chronic Toxicity of Pulp Mill Effluents and Phytosterols on *Daphnia magna*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 87, 633-637. DOI: 10.1007/s00128-011-0409-6.
282. Ponce, R., Vásquez, F., Stehr, A., Debels, P., & Orihuela, C. 2011. Estimating the Economic Value of Landscape Losses Due to Flooding by Hydropower Plants in the Chilean Patagonia. *Water Resource Management*. Vol. 10(10): 2449-2466.
283. Stehr, A., Aguayo, M., Link, O., Parra, O., Romero, F. & Alcayaga, H. 2010, Modelling the hydrologic response of a mesoscale Andean watershed to changes in land use patterns for environmental planning. *Hydrology and Earth System Sciences*. Vol. 14, N°10, Pag. 1963-1977.
284. Stehr, A., Debels, P., Arumí, J.L., Alcayaga, H & Romero, F. 2010. Modelación de la respuesta hidrológica al cambio climático, experiencia de dos cuencas del centro-sur Chileno. *Tecnología y Ciencias del Agua*. Vol. 1(4): 37-58.
285. González, H.E.; Calderón, M.J.; Castro, L.; Clement A.; Cuevas, L.A.; Daneri, G.; Iriarte, J.L.; Lizárraga, L.; Martínez, R.; Menschel, E.; Silva, N.; Carrasco, C.; Valenzuela, C.; Vargas, C.A. & Molinet C, 2010, Primary production and plankton dynamics in the Reloncaví Fjord and the Interior Sea of Chiloé, Northern Patagonia, Chile. *Marine Ecology Progress Series* 402: 13-30.
286. Vargas, C.A.; Martínez, R.A.; Escribano, R.; & Lagos N.A., 2010, The relative influence of food quantity, quality, and selectivity on zooplankton growth regulation in coastal food webs. *Journal of Marine Biological Association of United Kingdom* 90(6): 1189 – 1201.
287. Czyptionka, T.; Vargas C.A.; Silva, N.; Daneri, G.; González, H.E.; Iriarte, J.L., 2010, Importance of mixotrophic nanoplankton in the fjord region of southern Chile. *Continental Shelf Research*, 31: 216 – 224.
288. Azócar, G., Aguayo, M., Henríquez, C., Vega, C., Sanhueza, R. 2010. Patrones de crecimiento urbano en la Patagonia chilena: El caso de la ciudad de Coyhaique, *Revista de Geografía Norte Grande*. Editorial: Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Geografía.
289. Stehr, A., Aguayo, M., Link, O., Parra, O., Romero, F., and Alcayaga, H. 2010. Modelling the hydrologic response of a mesoscale Andean watershed to changes in land use patterns for environmental planning, *Hydrology and Earth System Sciences*. Editorial: European Geosciences union.
290. Chiang G., Munkittrick KR., Orrego R., Barra R., 2010, Monitoring of the Environmental Effects of Pulp Mill Discharges in Chilean Rivers: Lessons Learned and Challenges, *Water Quality Research Journal of Canada* 45 (2) 111-122.
291. Diaz-Jaramillo M., Ferreira JL., Amado LL., Ventura-Lima J., Martins A., Retamal MR., Urrutia R., Bertran C., Barra R., Monserrat JM., 2010, Biomonitoring of antioxidant and oxidative stress responses in *Perinereis gualpensis* (Polychaeta: Nereididae) in Chilean estuarine regions under different anthropogenic pressure. *Ecotoxicology Environmental Safety* 73 (4) 515-523.

292. Montory M., Habit E., Fernández P., Grimalt JO., Barra R., 2010, PCBs and PBDEs in wild Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the Northern Patagonia Chile: *Chemosphere* 78: 1193-1199.
293. Figueroa R, VH Ruiz, P Berrios, A Palma, P Villegas & A Andreu-Soler, 2010, Trophic ecology of native and introduced fish species from the Chillán River, South-Central Chile. *Journal of Applied Ichthyology* 26:78-83.
294. Fuentealba C,R. Figueroa, F. Gonzáles y M. Palma, 2010, Variabilidad Genética local del Bivalvo Dulceacuicola *Diplodon chilensis* (Gray 1828) proveniente de tres Lagos Nahuelbutanos. *Gayana* 74 (2) .
295. Habit,E., Piedra, P., Ruzzante, D., Walde, S., Belk, M., Cussac, V., Gonzalez, J., & Colin, N. 2010. Changes in the distribution of native fishes in response to introduced species and other anthropogenic effects. *Global Ecology & Biogeography*. 19: 697 – 710.
296. Montory M, Habit E, Fernandez P, Grimalt JO, Barra R. 2010. PCBs and PBDEs in Wild Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the Northern Patagonia, Chile. *Chemosphere*, 78: 1193-1199.
297. Zemplak TS, Habit EM, Walde SJ, Carrea C, Ruzzante DE. 2010. Surviving Historical Patagonian Landscapes and Climate: Molecular Insights from *Galaxias maculatus*. *BMC Evolutionary Biology*, 10: 67-85.
298. Vidal Marcela A., Habit E, Victoriano P, González-Gajardo A, Ortiz Juan C. 2010. Thermoregulation and activity pattern of the high-mountain lizard *Phymaturus palluma* (Tropiduridae) in Chile. *Zoologia (Curitiba, Impr.)* 27(1): 13-18.
299. Stehr, A., Aguayo, M., Link, O., Parra, O., Romero, F., and Alcayaga, H. 2010. Modelling the hydrologic response of a mesoscale Andean watershed to changes in land use patterns for environmental planning. *Hydrology and Earth System Sciences Discuss* 7: 3073-3107.
300. Valdovinos, C., Kiessling, A., Mardones, M., Moya, C., Oyanedel, A., Salvo, J., Olmos, V. & O. Parra. 2010. Distribución de macroinvertebrados (Plecoptera y Aeglidae) en ecosistemas fluviales de la Patagonia chilena: ¿Muestran señales biológicas de la evolución geomorfológica postglacial?. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 267-287.
301. Stehr, A., Aguayo, M., Link, O., Parra, O., Romero, F., and Alcayaga, H. 2010. Modelling the hydrologic response of a mesoscale Andean watershed to changes in land use patterns for environmental planning. *Hydrology and Earth System Sciences Discuss* 7: 3073-3107.
302. Valdovinos, C., Kiessling, A., Mardones, M., Moya, C., Oyanedel, A., Salvo, J., Olmos, V. & O. Parra. 2010. Distribución de macroinvertebrados (Plecoptera y Aeglidae) en ecosistemas fluviales de la Patagonia chilena: ¿Muestran señales biológicas de la evolución geomorfológica postglacial?. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 267-287.
303. Fagel N, Bertrand S, Mattielli D, Gilson L, Chirinos G, Lepoint & R Urrutia, 2010. Geochemical evidence (C, N and Pb isotopes) of recent anthropogenic impact in south-central Chile from two environmentally distinct lake sediment records. *Journal of Quaternary Science*. Vol. 25(7): 1100 – 1112.
304. Cruces F, Rivera P& R Urrutia, 2010. Observations and comments on the diatom *Stephanodiscus minutulus* (Kütz.) Cleve & Möller (Bacillariophyceae) found for the first time in Chile from bottom sediments collected in Lake Laja. *Gayana Botanica* 67 (1):12-18.
305. Urrutia, R., Araneda, A., Torres, L., Cruces, F., Vivero, C., Torrejón, F., Barra, R., Fagel, N. & Scharf, B., 2010, Late Holocene environmental changes inferred from diatom, chironomids, and pollen assemblages in an Andean lake in Central Chile, Lake Laja (35°S). *Hydrobiologia* 648: 207-225.
306. Valdovinos C, A Kiessling, M Mardones, C Moya, A Oyanedel, J Salvo, V Olmos & O Parra, 2010, Distribución de macroinvertebrados (Plecoptera y Aeglidae) en ecosistemas fluviales de la Patagonia chilena: ¿Muestran señales biológicas de la evolución geomorfológica postglacial? *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 267-287.
307. Zambrano, M. Pichún, C., Alvear, M., Villarroel, M., Velásquez, I., Baeza J. and Vidal. G. 2010. Green liquor dregs effect on Kraft mill secondary sludge composting. *Bioresource Technology* 101(3), 1028-1035.
308. Chamorro, S., Monsalvez, E., Hernández, V., Becerra, J., Mondaca, M.A., Piña, B. and Vidal, G. 2010. Detection of Estrogenic Activity from Kraft Mill Effluents by Yeast Estrogen Screen. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 84:165-169 (doi: 10.1007/s00128-009-9917-z).
309. Zambrano, M., Baeza, J. y Vidal, G. 2010. Caracterización físico-química y toxicológica de compost obtenido a partir de residuos de la industria de celulosa Kraft. *Ingeniería Química* 37, 13-18.
310. Chamorro, S., Pozo, G., Jarpa, M., Hernández, V., Becerra, J., and Vidal, G. 2010. Monitoring endocrine activity in kraft mill effluent treated by Aerobic moving bed bioreactor system. *Water Science and Technology* 62(1), 157-161.

311. Lagos, C., Urrutia, R., Decap, J., Martínez M. and Vidal, G. 2009. Eichhornia crassipes used as tertiary color removal treatment for kraft mill effluent. *Desalination* 247, 46-55.
312. Xavier, C.R., Mosquera-Corral, A., Becerra, Hernández, J.V. and Vidal, G. 2009. Activated sludge versus aerated lagoon treatment of kraft mill effluents containing  $\beta$ -sitosterol and stigmasterol. *Journal of Environmental Science and Health, Part A –Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering* 44 (4), 327-335.
313. Reyes, F., Chamorro, S., Decap, J., Yeber, M.C. and Vidal, G. 2009. Characterization of E1 Kraft mill effluent by Toxicity Identification Evaluation methodology". *Water Air and Soil Pollution* 199, 183-190 (doi: 10.1007/s11270-008-9870-1).
314. Villamar, C.A., Jarpa, M., Decap J. and Vidal. G. 2009. Aerobic moving bed bioreactor treating kraft mill effluents from Pinus radiata and Eucalyptus globulus as raw material. *Water Science and Technology* 59 (3), 507-514 (doi: 10.2166/wst2009.002).
315. Chamorro, S. Xavier, C. Hernández, V. Becerra, J. and Vidal G. 2009. Aerobic removal of stigmasterol contained in kraft mill effluents. *Electronic Journal of Biotechnology* 12(2), 1-7.
316. Yeber, M.C., Soto, C., Riveros, R., Navarrete, J. and Vidal, G. 2009. Copper (II) and toxicity removal using a photocatalytic process with TiO<sub>2</sub> as semiconductor. *Chemical Engineering Journal* 152, 14-19 (doi: 10.1016/j.cej.2009.03.021).
317. Ulloa C, A.L. Gordon, X. A. García, 2009, Thermogravimetric study of interactions in the pyrolysis of blends of coal with radiate pine sawdust. *Fuel Processing Technology* Vol. 90: 583-590.
318. Vargas, C.A. & Martínez, R.A., 2009, Grazing impact in natural populations of ciliates and dinoflagellates over a river-influenced continental shelf. *Aquatic Microbial Ecology* 56: 93-108.
319. Aguayo, M., Pauchard, A., Azocar, G., Parra, O. 2009. Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX. Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 361-374.
320. Araneda, A., Torrejón, F., Aguayo, M., Alvia, I., Mendoza, C., Urrutia, R. 2009. Historical records of Cipreses glacier (34°S): combining documentary-inferred Little Ice Age evidence from Southern and Central Chile. *The Holocene* 19(1): 1173-1183.
321. Junod J., Zagal E., Sandoval M., Barra R., Vidal G., Villarroel M., 2009, Effect Of Irrigation Levels on dissolved organic carbon soil distribution and the depth mobility of chlorpyrifos. *Chilean Journal of Agricultural Research* 69:435-444.
322. Quiroz R., Popp P. and R. Barra., 2009, Analysis of PCBs in snow in the Aconcagua Mountains in the Andes, use of stir bar sorption. *Environmental Chemistry Letter* 7,283-288.
323. Barra R., Quiroz R., Araneda R., Urrutia R and P. Popp., 2009, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Biobio river sediments. *Environmental Chemistry Letters* 7:233-239.
324. Orrego R., Chiang G., Adams SM, Barra R. and Gavilán JF., 2009, Patterns of fish community composition along a river affected by agricultural and urban disturbance in south Central Chile. *Hydrobiologia* 620: 35-46.
325. Aguayo J., Barra R., Becerra J. and Martínez M., 2009, Degradation of 2,4,6 Tribromophenol by aerobic heterotrophic bacteria present in psychrophilic lakes. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 25: 553-560.
326. Figueroa R, M Suarez, A Andreu, VH Ruiz & M. Vidal Abarca, 2009, Caracterización ecológica de humedales de la zona semiárida en Chile central. *Gayana Volumen No. 73 (1): 76-94.*
327. Palma A& R Figueroa, 2009, Evaluación de ribera y hábitat fluvial de los índices QBR e IHF. *Gayana Volumen No. 73 (1):57-67.*
328. Fiege K, Miller CA, Robinson L, Figueroa R & B Peucker-Ehrenbrink , 2009, Strontium isotopes in Chilean rivers: the flux of unradiogenic continental Sr to seawater. *Chemical Geology* 268: 337-343.
329. Mancilla G, Valdovinos C, Azocar M, Jorquera P & R Figueroa, 2009, Efecto del reemplazo de la vegetación ribereña nativa en ambientes templados de Chile central. *Hidrobiológica* 19 (3):103-193.
330. Mancilla G, Valdovinos C, Azocar M, Henríquez M & R Figueroa, 2009, Multimetric approach to water quality evaluation of basin with different levels of antropic perturbation. *Interciencia* 34(12): 857-864.
331. Unmack, P., A Bennin, Em Habit, P Victoriano & J Johnson. 2009. Impact of ocean barriers, topography, and glaciation on phylogeography of the catfish *Trichomycterus areolatus* (Teleostei: Trichomycteridae) in Chile. *Biological Journal of the Linnean Society.* 97: 876-892.
332. Aedo, JR Belk, MC& Habit, EM 2009. Geographic variation in age, growth, and size structure of *Percilia irwini* (Perciliidae). *Journal of Fish Biology.* 74, 278-284.

333. Wright, S.J., E. Habit, S. Adlerstein, O. Parra, and J.D. Semrau. 2009. Graham Scholars Program: Sustainability Education through Interdisciplinary International Case Study. *Sustainability Science*. 4: 29-36.
334. Habit, E. A., Jara, N., Colin, A., Oyanedel, P., Victoriano, J., Gonzalez, K., Solis-Lufi. 2009. Threatened fishes of the world: *Diplomystes camposensis* Arratia, 1987 (Diplomystidae) *Environmental Biology of Fishes*. 84: 393 – 394.
335. Ortiz-Sandoval J.J., N. Ortiz, R. Cifuentes, J. González & E. Habit. 2009. Respuesta de la Comunidad de Peces al dragado de Ríos Costeros de La Región del Biobío (Chile). *Gayana*. 73(1): 64 – 75.
336. Lang, N. J., Roe, K. J., Renaud, C. B., Gill, H. S., Potter, I. C., Freyhof, J., Naseka, A., Cochran, P., Pérez, H. E., Habit, E. M., Kuhajda, B. R., Lyons, J., Neely, D. A., Reshnikov, Y., Salnikov, V., Stoumboudi, M. T., Mayden, R. L. 2009. Novel relationships among lampreys (Petromyzontiformes) revealed by a taxonomically comprehensive dataset. *Transactions of the American Fisheries Society*. 72: 41 – 55.
337. Unmack, P., E. Habit & J. Johnson. 2009. New records of *Hatcheriamacraei* from Chilean Province. *Gayana*. 73(1): 102-110.
338. Solis-Lufi, K. A., Jara, N., Colin, J., Gonzalez, A., Oyanedel & E. Habit. 2009. Implante quirúrgico de radiotransmisores en *Diplomystes camposensis* (Siluriformes, Diplomystidae). *Archivos de Medicina Veterinaria*. 41(3): 269 – 274.
339. Wright, S. J., Habit, E., Adlerstein, S., Parra, O., Semrau, J. 2009. Graham Scholars Program: sustainability education through an interdisciplinary international case study. *Sustainability Science* 4: 29-36.
340. Aguayo, M., Pauchard, A., Azócar, G. y O. Parra. 2009. Cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX. Entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje. *Revista Chilena de Historia Natural* 82, 361-374.
341. Araneda, A., F. Torrejón, M. Aguayo, I. Alvial, C. Mendoza & R. Urrutia, 2009. Historical records of Cipreses glacier (34°S): combining documentary-inferred 'Little Ice Age' evidence from Southern and Central Chile. *The Holocene*. Volume 19 Issue 8: 1173–1183.
342. Von Gunten L., M. Grosjean, U. Eggenberger, P. Grob, R. Urrutia & A. Morales, 2009. Pollution and eutrophication history AD 1800 - 2005 as recorded in sediments from five lakes in Central Chile. *Global and Planetary Change*, Vol. 63: 198-208.
343. Von Gunten L., M. Grosjean, B. Rein, R. Urrutia & P. Appleby, 2009. A quantitative high-resolution summer temperature reconstruction based on sedimentary pigments from Laguna Aculeo, Central Chile, back to AD 850. *The Holocene*, 19: 873-881.
344. Von Gunten L., M. Grosjean, J. Beer, P. Grob, A. Morales & R. Urrutia, 2009. Age modeling of young non-varved lake sediments: methods and limits. Examples from two lakes in Central Chile. *Journal of Paleolimnology*, 42: 401-412.
345. Moernaut J, M. De Batist, K. Heirman, M. Van Daele, M. Pino, R. Brümmerb & R. Urrutia, 2009. Fluidization of buried mass-wasting deposits in lake sediments and its relevance for paleoseismology: Results from a reflection seismic study of lakes Villarrica and Calafquén (South-Central Chile). *Sedimentary Geology*, v. 213, Issues 3-4, p. 121-135.
346. Lagos C, R. Urrutia, J. Decap, M. Martínez, G. Vidal, 2009. *Eichhornia crassipes* used as tertiary color removal treatment for Kraft mill effluent. *Desalination* 246: 45-54.
347. Barra R., Quiroz R., Araneda R., Urrutia R and P. Popp., 2009, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Biobio river sediments. *Environmental Chemistry Letters* 7:233-239. DOI: 10.1007/s10311-008-0148-z.
348. Fernández M, A. Astorga, S. Navarrete, C. Valdovinos & P. Marquet, 2009, Deconstructing latitudinal species richness patterns in the ocean: does larval development hold the clue? *Ecology Letters*. 12: 601–611.
349. Moya C, C. Valdovinos, A. Moraga, F. Romero, P. Debels & A. Oyanedel, 2009, Patrones de distribución espacial de ensambles de macroinvertebrados bentónicos de un sistema fluvial Andino Patagónico. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 425-442.
350. Mancilla G, C. Valdovinos, M. Azócar, M. Henríquez & R. Figueroa, 2009, Aproximación multimétrica a la evaluación de la calidad del agua en cuencas con diferentes niveles de intervención antrópica. *Interciencia*. 34: 1-9.
351. Mancilla G, C. Valdovinos, M. Azócar, P. Jorquera & R. Figueroa, 2009, Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. *Hidrobiológica*. 19: 193-203.
352. Oyanedel A, C. Valdovinos, M. Azócar, C. Moya, G. Mancilla, P. Pedreros & R. Figueroa, 2008, Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Aysén (Patagonia chilena). *Gayana* 72(1): 105-121.

353. Cárdenas J, C Aldea & C Valdovinos, 2008, Chilean marine mollusca of northern Patagonia collected during the Cimar-10 Fjords cruise. *Gayana* 72(1): 31-67.
354. Lee MR, JC Castilla, M Fernández, M Clarke, C González, C Hermosilla, L Prado, N Rozbaczylo & C Valdovinos, 2008, Free-living benthic marine invertebrates in Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 81(1): 51-67.
355. Nielsen SN & C Valdovinos, 2008, Early Pleistocene Mollusks of the Tubul Formation, South-Central Chile. *Nautilus* 122(4), 201-216.
356. Calderón, M., Moraga, C. Leal, J. Agouborde, L. Navia, R. and Vidal, G. 2008. The use of Magallanic peat as non-conventional biosorbent for EDTA removal from wastewater. *Bioresource Technology* 99 (17), 8130-8136.
357. Belmonte, M., Xavier C., Decap J. y Vidal, G. 2008. Tratamiento de ácidos resínicos presentes en efluentes de la industria de celulosa kraft mediante laguna aireada. *Ingeniería Química* 33, 14-21.
358. Mosquera-Corral, A., Belmar, A., Decap, J., Sossa, K., Urrutia, H. and Vidal, G. 2008. Anaerobic Treatment of Low-strength Synthetic TCF Effluents and Biomass Adhesion in Fixed-Bed Systems. *Bioprocess and Biosystems Engineering* 31(6), 535-540 (doi:10.1007/500449-007-0194-0).
359. Zaror C., C. Segura, H. Mansilla, M.A. Mondaca and P. González, 2008, Effect of temperature on Imidacloprid oxidation by homogeneous photo-Fenton processes, *Water Science and Technology* 58(1), 259-265.
360. Vargas, C.A.; R.A. Martínez & H. E. González, 2008, Contrasting trophic interactions in microbial and copepods communities in a fjord ecosystem (Chilean Patagonia), *Aquatic Microbial Ecology*, 53: 227-242.
361. Acevedo, J., Aguayo, M. 2008. Leucistic South American sea lion in Chile, with a review of anomalously color in otariids. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(2): 413-417.
362. Bezama A., Navia R., Mendoza G. and R. Barra, 2008, Remediation technologies for organochlorine contaminated sites in developing countries. *Review of Environmental Contamination and Toxicology* 193:1-29.
363. Celis J., Sandoval M. and R. Barra, 2008, Plant Response to salmon wastes and sewage sludges used as organic fertilizers on two degraded soils under greenhouse conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research* (68) 274-283.
364. Hernández V., Silva M., Gavilán J., Jimenez B., Barra R., Becerra J., 2008, Resin Acids in bile samples from fish inhabiting marine waters affected by pulp mill effluents. *Journal of the Chilean Chemical Society* 53 (4) 1718-1721.
365. Bonada N, Rieradevall M, Dallas H, Davis J, Day J, Figueroa R, Resh VH & N Prat, 2008, Intercontinental comparisons of aquatic macroinvertebrates at several spatial scales between mediterranean-climate regions. *Freshwater Biology* 53: 772-788.
366. Oyanedel A, Valdovinos C, Azocar M, Moya C, Mancilla G, Pedreros P & R Figueroa, 2008, Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Aysén (Patagonia chilena). *Gayana* 72(1): 105-121.
367. Figueroa R, Ruiz VH, Araya E, Niell X and A. Palma, 2006, Invertebrates colonization patterns in a mediterranean Chilean stream. *Hydrobiologia* 571: 409-417.
368. Zemplak, T.S., E.M. Habit, S.J. Walde, M.A. Battini, E.D. Adams & D.E. Ruzzante. 2008. Across the southern Andes on fin: glacial refugia, drainage reversals and a secondary contact zone revealed by the phylogeographical signal of *Galaxias platyi* in Patagonia. *Molecular Ecology*. doi: 10.1111/j.1365-294X.2008.03987.x.
369. Habit, E. A. Jara, N. Colin, A. Oyanedel, P. Victoriano, J. Gonzalez & K. Solis-Lufi. 2008. Threatened fishes of the world: *Diplomystes camposensis* Arratia, 1987 (Diplomystidae) *Environmental Biology of Fishes*. 84:393-394 DOI: 10.1007/s10641-008-9434-7. ISSN: 0378-1909.
370. Ruzzante, DE, SJ Walde, JC Gosse, VE Cussac, E Habit, TS Zemplak & ED Adams. 2008. Climate control on ancestral population dynamics: insight from patagonian fish phylogeography. *Molecular Ecology*. 17: 2234 - 2244.
371. Paterson I, SJ Walde, VE Cussac, E Habit & DE Ruzzante. 2008. Isolation and characterization of 13 microsatellite loci for *Percichthys trucha* (Percichthyidae). *Molecular Ecology Resources*. 8: 907 - 909.
372. De Villalobos C., Ortiz-Sandoval Juan J. & E. Habit. 2008. Finding of *Gordius austrinus* De Villalobos, Zanca & Ibarra-Vidal, 2005 (Gordiida, Nematomorpha) in the stomach of *Salmo trutta* (Salmoniformes) in Patagonia. *Gayana*.
373. Torres L, O. Parra, A. Araneda, R. Urrutia, F. Cruces, L. Chirinos, 2008, Vegetational and climatic history during the late Holocene in Lake Laja basin (central Chile) inferred from sedimentary pollen record. *Review of Palaeobotany and Palynology* 149(1-2): 18-28.
374. Alvia I., F. Cruces, A. Araneda, M. Grosjean & R. Urrutia, 2008. Estructura comunitaria de diatomeas presentes en los sedimentos superficiales de ocho lagos Andinos de Chile Central. *Revista Chilena de Historia Natural*. Vol.81 Nº1:83-94.

375. Charlet F., M. De Batist, E. Chapron, S. Bertrand, M. Pino & R. Urrutia. 2008. Seismic stratigraphy of Lago Puyehue (Chilean Lake District): New views on its deglacial and Holocene evolution. *Journal of Paleolimnology* 39:163–177.
376. Torres L., Parra O., Araneda A., Urrutia R., Cruces F. and L. Chirinos, 2008, Vegetational and climatic history during the late Holocene in Lake Laja basin (central Chile) inferred from sedimentary pollen record. *Review of Palaeobotany and Palynology* 149:18-28.
377. Rodríguez-Graña L., D. Calliari, D. Conde, J. Sellanes & R. Urrutia, 2008. Food web of a SW Atlantic shallow coastal lagoon: spatial environmental variability does not impose substantial changes in the trophic structure. *Vol.* 362:69-83.

An aerial photograph of a coastal town in Chile, overlaid with a semi-transparent blue filter. The image shows a mix of urban development, agricultural fields, and a coastline with a bay. The text 'EULA - CHILE' is printed in a large, white, sans-serif font at the bottom of the image.

**EULA - CHILE**



# EULA-CHILE

CENTRO DE CIENCIAS AMBIENTALES

EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS  
A 30 AÑOS DE SU CREACIÓN



**EULA-CHILE**  
Centro de Ciencias Ambientales