

ALCANCE DE LA ACREDITACION DEL LABORATORIO DE ENSAYO DEL CENTRO EULA-CHILE DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCION, SEDE CONCEPCION, COMO LABORATORIO DE ENSAYO

AREA : FISICO-QUIMICA PARA AGUAS
SUBAREA : FISICO-QUIMICA PARA AGUAS CRUDAS Y AGUAS RESIDUALES

| Ensayo | Norma/especificación | Producto a que se aplica |
|-------------------------------|--|---------------------------------|
| Aluminio | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 D | Aguas crudas |
| Arsénico | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3114 B | Aguas crudas |
| Amonio | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500 NH ₃ F | Aguas crudas |
| Calcio | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Cadmio | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Plomo | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Zinc | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Cobre | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Color aparente | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 2120 B | Aguas crudas |
| Conductividad | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 2510 B | Aguas crudas |
| Cromo | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Demanda bioquímica de oxígeno | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 5210 B | Aguas crudas |
| Oxígeno disuelto | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500 O | Aguas crudas |
| Hierro | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Magnesio | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Manganeso | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Niquel | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Nitrato | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500-NO ₃ B | Aguas crudas y aguas residuales |
| Nitrito | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500-NO ₂ E | Aguas crudas |
| Orto-fosfato | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500 P E | Aguas crudas |

**INSTITUTO NACIONAL
DE NORMALIZACION**

LE 240
Anexo

| Ensayo | Norma/especificación | Producto a que se aplica |
|--|---|---------------------------------|
| PCBs CLB-A CLB-B CLB-C CLB-D | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 6431 B | Aguas crudas y aguas residuales |
| pH | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500-H B | Aguas crudas |
| Potasio | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Sodio | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 B | Aguas crudas |
| Sólidos disueltos | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 2540 C | Aguas crudas |
| Sólidos suspendidos | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 2540 D | Aguas crudas |
| Temperatura | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 2250 B | Aguas crudas |
| Boro | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500 B. | Aguas residuales y agua crudas |
| Fosforo | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500 P. | Aguas crudas |
| Molibdèno | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3111 D. | Agua crudas |
| Selenio | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 3114 C. | Agua crudas |
| Nitrato | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 4500-NO3 D. | Aguas residuales |
| Turbiedad | Metodo directo HACH Nefelometría | Aguas residuales y agua crudas |
| Pesticidas organoclorados Alfa-BHC Beta-BHC Gama BHC Delta BHC Hexaclorobenceno Heptacloro Heptacloro epóxido Endosulfan I Endosulfan II pp- DDE pp- DDD pp- DDT o,p- DDT Aldrin Dieldrin Endrin Metoxiclor Trifluralin Paratión Lindano | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 6630 B. | Aguas residuales y agua crudas |

LE 240
Anexo

| Ensayo | Norma/especificación | Producto a que se aplica |
|--------|---|----------------------------|
| PCB s | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Ed 20 6431 B. | Agua residual y agua cruda |



Eduardo Ceballos Osorio
Eduardo Ceballos Osorio
Jefe de División Acreditación



Sergio Toro Gallegos
Sergio Toro Gallegos
Director Ejecutivo

**MEMORANDUM N° 0045****Valdivia, 22 de Marzo 2011****DE: SR. ANDRÉS IROUMÉ ARRAU
SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE LOS RÍOS****A: SRA. PATRICIA MATUS CORREA
JEFA DIVISIÓN DE POLÍTICAS Y REGULACIÓN AMBIENTAL
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE****REF: Envía expediente**

Junto con saludar cordialmente a Usted, remito a usted copia del expediente "Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de la Cuenca Valdivia".

Sin otro particular, se despide atentamente,

**ANDRÉS IROUMÉ ARRAU
SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL
DEL MEDIO AMBIENTE
REGIÓN DE LOS RÍOS**

Adj.. 04 archivadores

AIA/css

Distribución:
Archivo SEREMI MMA, Región de Los Ríos

Carlos Anwandter N° 466
Teléfono: (63) 288162

REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

PMC/RBU



PLAZO PARA PREPARACIÓN DE
ANTEPROYECTO DE NORMAS SECUNDARIAS
DE CALIDAD DE AGUAS CONTINENTALES
SUBSIFERFICIALES CUENCA DEL RÍO VALDIVIA.

SANTIAGO, 3 de mayo de 2011

RESOLUCIÓN EXENTA N° 527

VISTOS:

Lo dispuesto en la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; el Decreto Supremo N° 93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; en la Resolución Exenta N° 3401, de fecha 18 de diciembre de 2006, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), que dio inicio a la elaboración de las presentes normas y que fuera publicada en el Diario Oficial y en el diario La Nación, el 27 de diciembre del mismo año; la Resolución Exenta N° 947, de 14 de septiembre de 2010, de la misma Dirección Ejecutiva, que ordenó la acumulación de los procedimientos de dictación de normas secundarias de calidad ambiental de las cuencas de los ríos Cruces y Valdivia y que amplió el plazo para la elaboración del respectivo anteproyecto; y en la Resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República.

CONSIDERANDO:

Que, el plazo para la preparación del anteproyecto de las normas señaladas vence el día 3 de mayo de 2011;

Que, la necesidad de contar con un mayor plazo para la elaboración del anteproyecto de norma, está dada en consideración a los motivos señalados en el Memorándum N° 171, de 28 de abril pasado, de la Jefa de la División de Política y Regulación Ambiental, el que fuera firmado también por el Jefe de la División de Estudios. Tales motivos dicen relación con el desarrollo de una nueva metodología para la elaboración de los estudios de análisis de impacto general económico y social (AGIES), con el objetivo de que dichos estudios puedan entregar todos los antecedentes requeridos para ser incorporados en el proceso normativo. Asimismo, se acordó un cronograma de trabajo para el período 2011-2012, según el cual, el AGIES de estas normas se realizará entre los meses de enero y marzo del año 2012;

Que conforme lo dispone el inciso segundo del artículo 40 de la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, modificado por la letra b) del N° 47, del artículo primero de la Ley N° 20.417, corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente proponer, facilitar y coordinar la dictación de normas de emisión, para lo cual deberá

002536 VTA

sujetarse a las etapas señaladas en el artículo 32, inciso tercero, y en el respectivo reglamento, en lo que fueren procedentes;

Que el Reglamento que fija el procedimiento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, D.S. N°93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, dispone en su artículo 16 que dentro del plazo de ciento cincuenta días, el Director, por resolución fundada, podrá prorrogar o disminuir los plazos establecidos para la preparación de los informes o del anteproyecto de norma;

Que la mención hecha al Director Ejecutivo de CONAMA debe entenderse hecha al Ministro del Medio Ambiente, conforme lo dispone el mencionado artículo 40 de la Ley N° 19.300.

RESUELVO:

AMPLÍESE el plazo para la preparación del anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Valdivia, hasta el día 31 de mayo de 2012.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



Ignacia Benítez

MARIA IGNACIA BENÍTEZ PEREIRA
Ministra del Medio Ambiente


MAH/DRS

Distribución:

- Gabinete Ministerial
- División Jurídica
- División de Política y Regulación Ambiental
- SEREMI del Medio Ambiente, Región del Biobío
- Expediente Público de la norma
- Comité Operativo de la norma
- Oficina de Partes
- Archivo

LO QUE TRANSCRIBO A UD., PARA
SU CONOCIMIENTO.
SALUDAATTE A UD.,

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las Aguas de la cuenca del río Valdivia

El siguiente cronograma de actividades es elaborado por el Departamento de Economía Ambiental (DEA) de la División de Estudios, del Ministerio del Medio Ambiente, a solicitud del Departamento de Asuntos Hídricos (DAH) de la División de Política y Regulación Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, atendiendo a los requerimientos para solicitar la ampliación de plazo de la publicación del Anteproyecto, de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) para la protección de las aguas de la cuenca del Río Valdivia, debido a la ausencia del AGIES.

Este cronograma ha sido realizado en consideración de los siguiente antecedentes:

1. El DAH presentó al DEA los antecedentes a la fecha disponibles para la evaluación técnico-económica de las normas propuestas en el Anteproyecto.
2. El DEA, evaluó los antecedentes y consideró que hace falta información importante para la elaboración exitosa del AGIES y priorizó su levantamiento y/o recolección.
3. El DAH, pone a disposición del DEA, apoyo profesional y económico para elaborar algún estudio que permita contar con antecedentes declarados de importancia para la elaboración del AGIES. Para esto, se contará con un presupuesto total de \$18.000.000 (dieciocho millones de pesos), de los cuales el DAH aportará \$12.000.000 (doce millones de pesos) y el DEA traspasará \$6.000.000 (seis millones de pesos) de su presupuesto, al DAH y designará a un profesional para participar como contraparte técnica.

| FECHA | DESCRIPCIÓN | RESPONSABLE |
|---------------------|--|-------------|
| PERÍODO 2011 | | |
| May-31 | Elaboración de TDR para estudio N° 1: Modelo de Emisión-Concentración de parámetros considerados en el Anteproyecto de NSCA para la cuenca del Río Valdivia. | DEA |
| Jun-01 | Inicio de HR para proceso de licitación de estudio N° 1 | DAH |
| Jul-15 | Inicio de Estudio N° 1 bajo contrapartes DEA-DAH | DEA-DAH |
| Nov-20 | Término de Estudio N° 1 | DEA-DAH |
| Jun-30 | Elaboración de TDR para estudio N° 2: Identificación, localización y cuantificación de Servicios Ambientales Proporcionados por la cuenca del Río Valdivia. | DEA |
| Jul-01 | Inicio de HR para proceso de licitación de estudio N° 2 | DAH |
| Ago-15 | Inicio de Estudio n° 2 bajo contrapartes DEA-DAH | DEA-DAH |
| Nov-20 | Término de Estudio N° 2 | DEA-DAH |
| PERÍODO 2012 | | |
| Ene-15 | Inicio de AGIES | DEA |
| Mar-31 | Término de AGIES | DEA |

SBP/MAH



ACTA

Reunión 28 de octubre de 2011

**Comité Operativo NSCA para la protección
de las aguas de la cuenca del río Valdivia**

El día martes 28 de octubre de 2011, entre las 09:30 y 12:30 hrs. se realizó en la ciudad de Valdivia, la vigésima primera reunión del Comité Operativo de estas normas. Teniendo como principal objetivo Presentar Anteproyecto de las NSCA para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia.

1.- Asistencia

| Asistentes | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|---------------------------------|
| Comité Operativo | | | |
| Nombre | Institución | Fono | e-mail |
| Juan Harries | DIRECTEMAR | 361390 | jharries@directemar.cl |
| Viviana Bustos | DGA | 332520 | viviana.bustos@mop.gov.cl |
| Enrique Hoffmann Flandes | SEREMI de Agricultura | 225457 | enrique.hoffmann@minagri.gob.cl |
| Alejandro Acuña | Gobernación Prov. | 283205 | gvaldivia@interior.gov.cl |
| Panka Feuker | SERNAGEOMIN | 65-233856 | pfeuker@sernageomin.cl |
| Marcelo Czischke | SAG | 213984 | marcelo.czischke@sag.gob.cl |
| Jean Paul Pinaud | Seremi MMA | 239209 | jpinaud@mma.gob.cl |
| Jaime Reyes | Bienes Nacionales | 336454 | jreyes@mbienes.cl |
| Leonardo Alarcón | CONAMA | 239209 | lalarcon.14@conama.cl |
| Silvia Benítez | CONAMA | 239204 | sbenitez.14@conama.cl |

Inasistentes:

- Secretaría Regional Ministerial de Economía, Fomento y Reconstrucción, Región de los Ríos.
- Secretaría Regional Ministerial de Obras Públicas, Región de los Ríos.
- Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, Región de los Ríos.
- Secretaría Regional Ministerial de Salud, Región de los Ríos
- Dirección Regional de Obras Hidráulicas, Región de Los Ríos
- Dirección Regional Comisión Nacional de Riego, Región de los Ríos.

- Dirección Regional Corporación Nacional Forestal, Región de los Ríos.
- Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Cooperación, Región de los Ríos.
- SERNATUR, Región de los Ríos.
- SERNAPESCA, Región de los Ríos.
- CONADI, Región de los Ríos.
- Subsecretaría de Pesca
- Superintendencia de Servicios Sanitarios, Región de Los Ríos.

2.- Temas Tratados

2.1- Contexto

Se recuerda a los asistentes que la Resolución Exenta N° 947, del 14 de septiembre de 2010, de la Dirección Ejecutiva de CONAMA, ordenó la acumulación del proceso de elaboración de las NSCA para la protección de las aguas del río Cruces al proceso de elaboración de las NSCA para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, por tal motivo y de acuerdo a lo establecido en la 19ª reunión del Comité Operativo realizada el 14 de septiembre de 2010, se redactó el Borrador del Anteproyecto.

Este Borrador fue presentado a la Dirección Ejecutiva de CONAMA y al Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas, quienes evaluaron la propuesta presentada por el Comité Operativo acordaron lo siguiente:

a) Respetto de los criterios para definir valores de norma

Se acordó disminuir los la cantidad de estadígrafos de dispersión utilizados en la propuesta (p40, p50, p66, p75, p80, p90 y Máximo histórico) a promedio, percentil 85 y Máximo histórico. Quedando establecido de la siguiente manera:

- Parámetros relacionados con la dureza del agua (Mg, Ca, K) se nomaran con máximo histórico, debido a que el aumento de la dureza se relaciona con la disminución de la toxicidad de los metales.
- Parámetros asociados a la litología (Fe y Al) se nomarán con el valor promedio, debido a que este estadígrafo de tendencia central representa de mejor manera la variabilidad de la cuenca.
- El Oxígeno Disuelto se nomará con el percentil 20, debido a que sólo en un 20% del período se han registrado concentraciones menores, lo cual representa la buena oxigenación de la cuenca. Además, estos valores permiten mantener un buen nivel de oxigenación del agua y es un valor adecuado para las comunidades bióticas.
- Parámetros con discontinuidad (CE, Cl, Na, SO4) se nomarán con máximo histórico en toda la cuenca. En forma particular para las áreas de vigilancia comprendidas entre Rucaco y San Luis de Alba solo se utilizaran los datos hasta el año 2004 y los valores promedio, debido a que la serie histórica presenta una discontinuidad a partir de este periodo.

- Los metales (Ar, Cu, Cr, Mn, Hg, Zn) se normaran con percentil p85.
- Los nutrientes (NO3, PO4) se normaran con percentil p85.
- El pH se normará con el rango histórico.
- En el área de Vigilancia SNCA se determinarán los valores a normar a partir de los resultados del Estudio de Evaluación de Riesgo Ecológico, realizado sobre las especies de relevancia ecológica del Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter. Se utilizarán los valores correspondiente al 70% de protección del ecosistema con un factor de seguridad de 50. Con lo cual se asegura la protección de estructura y funciones de este ecosistema.

b) Respetto del Criterio de Excedencia

Debido a las características hidrológicas de la cuenca del río Valdivia, la cual presenta un periodo de alto caudal generalmente entre Abril y Octubre y un periodo de bajo caudal generalmente entre noviembre y abril, se acordó que el criterio de excedencia para control de la norma sea el percentil 85 móvil, para un periodo de control de dos años.

c) Respetto de las Áreas de Vigilancia:

Se acordó eliminar el Área de Vigilancia RC III, comprendida entre la estación Monitoreo Río Cruces Bocatoma hasta la estación Río Cruces Rucaco, debido a la escasa distancia existente entre estas dos estaciones de monitoreo, sin perjuicio de ello los datos obtenidos a partir de la estación Bocatoma serán parte constituyente del Programa de Vigilancia de las Normas. Quedando de la siguiente forma:

| Curso de Agua | Desde | Hasta | Estación Monitora |
|-------------------|------------------|----------------------------------|---|
| Río Cruces | Naciente Cruces | Loncoche | Loncoche |
| Río Cruces | Loncoche | Rucaco | Rucaco, se utilizara Bocatoma como referencia |
| Río Cruces | Rucaco | Cahuincura | Cahuincura |
| Río Cruces | Cahuincura | San Luis de Alba | San Luis de Alba |
| Río Cruces (SNCA) | San Luis de Alba | Confluencia Cruces – Calle Calle | Punucapa |
| Río San Pedro | Desagüe Riñihue | Antihue | Desagüe Riñihue |
| Río Calle Calle | Antihue | Cuesta Soto | Balsa San Javier |
| Río Valdivia | Cuesta Soto | Desembocadura | Transbordador |

2.2.- Resolución 527 del 3 de mayo de 2011.

Se informa a los asistentes que es de especial interés del Ministerio del Medio Ambiente contar con todos los antecedentes necesarios para que la ciudadanía pueda participar informadamente

en el proceso de Consulta Pública, especialmente en lo referido al análisis de los costos y beneficio asociados a la implementación de estas normas. Por tal motivo, y en consideración a que a la fecha no contamos con el Análisis General de Impacto Económico y Social de estas normas (AGIES), a través de la resolución 527 del 3 de mayo de 2011, se resolvió ampliar el plazo de elaboración, y en consecuencia publicación del Anteproyecto.

Se informa a los asistentes que el Ministerio de Medio Ambiente, a través de su División de Estudios, se encuentra trabajando en una nueva metodología para la realización del Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) y de acuerdo a la planificación de realizada por esta División respecto de la realización del Agies para estas normas prevé su finalización en marzo del año 2012. En consecuencia la publicación del anteproyecto se encuentra sujeta a la finalización del AGIES.

2.2.- Avances del AGIES

Se informa a los asistentes que se están ejecutando dos estudios que tienen como objetivos recopilar antecedentes para la realización del AGIES de estas normas, estos son:

- Identificación, Cuantificación y recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del río Valdivia.
- Inventario de Emisiones y de Modelación de la Calidad de las Aguas para la cuenca del río Valdivia.

Respecto del estudio de servicios ecosistémicos, se informa a los asistentes que el equipo consultor se encuentra en la región recopilando antecedentes y aplicando una encuesta como parte de la metodología de trabajo de este estudio. Los miembros del Comité Operativo solicitan estar informados de los avances de estos estudios, con el objetivo de poder cooperar en lo que se requiera para apoyar la realización de este. Por tal motivo, solicitan las gestiones necesarias para la realización de una presentación ante este Comité.

3- Solicitudes y Acuerdos

- 1) Se solicitará al equipo consultor presentar los avances de la consultoría, "Identificación, Cuantificación y recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del río Valdivia", ante el Comité Operativo y además que apliquen la encuesta al Comité.

La reunión concluye a las 12:30 hrs.



Ministerio del
Medio
Ambiente

Normas Secundarias de Calidad Ambiental Cuenca Valdivia

Comité Operativo
28 de octubre 2011

Gobierno de Chile

14 de septiembre de 2010

Comité Operativo:

- Concluye el análisis de datos de calidad ambiental y propone de niveles de calidad ambiental para el río San Pedro , Calle Calle, Valdivia y Cruces
- Propone criterio de excedencia para realizar el control de la Norma

Dirección Ejecutiva de Conama:

- Dicta resolución N° 377 que aprueba solicitud del Comité operativo y ordena acumulación del proceso de elaboración de las NSCA del río Cruces al proceso de elaboración de las NSCA cuenca del río Valdivia



22 de septiembre de 2010

Dirección ejecutiva de Conama

- Analiza la propuesta de niveles de calidad ambiental propuestas por el Comité Operativo .
- Se acepta la propuesta con ciertas modificaciones :
- Disminuir el número de estadígrafos de dispersión de manera de utilizar criterios más uniformes

• **23 de septiembre de 2010**

Dirección Ejecutiva de Conama en Conjunto con DGA

Acuerdan:

- Disminuir el número de áreas de vigilancia



Propuesta de niveles CONSCA



Propuesta p40, p50, p66, p75, p80, p90 y MH



Criterio de excedncia p85

promedio, p85 y MH



Criterio de excedncia p85

| N° | Parámetro | Unidad | Estación Ibañete | | | Estación Rancagua | | | Estación Colchagua | | | Sancatorio de la Matazalosa | | LD |
|----|--------------|--------|------------------|----------|---------|-------------------|----------|-------|--------------------|----------|---------|-----------------------------|----------|-------|
| | | | Propuesta | Criterio | pH | Propuesta | Criterio | pH | Propuesta | Criterio | pH | Propuesta | Criterio | |
| 1 | pH | - | 8,5-9,0 | Rango | 8,5-9,0 | Rango | 8,5-9,0 | Rango | 8,5-9,0 | Rango | 8,5-9,0 | Rango | | |
| 2 | Oxígeno | mg/L | >3 | p50 | >3,5 | p20 | >3,7 | p20 | >3,7 | p20 | >3,7 | p20 | | |
| 3 | Condutividad | uS/cm | 41,0 | 500 | 40,0 | 500 | 40,0 | 500 | 40,0 | 500 | 40,0 | 500 | | |
| 4 | Sulfato | mg/L | 1 | Máx P50 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 5 | Sodio | mg/L | 4,0 | Máx P50 | 3,00 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | | 0,05 |
| 6 | Cloruro | mg/L | 6,00 | p50 | 4,0 | p50 | 4,0 | p50 | 4,0 | p50 | 4,0 | p50 | | 1 |
| 7 | Calcio | mg/L | 7,50 | Máx H | 2,72 | 4,4 | Máx H | 2,5 | 4 | Máx H | 2,34 | - | | 0,06 |
| 8 | Magnesio | mg/L | 2,30 | Máx H | 1,36 | 1,0 | Máx H | 1,3 | 1,07 | Máx H | 1,20 | - | | 0,03 |
| 9 | Plomo | mg/L | 0,24 | Máx H | 0,08 | 2,12 | Máx H | 0,78 | 2,25 | Máx H | 1,20 | - | | 0,03 |
| 10 | Mercurio | mg/L | 0,3 | p50 | - | 0,40 | p50 | - | 0,40 | p50 | - | 0,35 | | 0,3 |
| 11 | Arsenio | mg/L | 0,02 | p50 | - | 0,02 | p50 | - | 0,02 | p50 | - | 0,02 | | 0,02 |
| 12 | Cadmio | mg/L | 0,001 | p50 | - | 0,001 | p50 | - | 0,001 | p50 | - | 0,001 | | 0,001 |
| 13 | Cobalto | mg/L | 0,01 | p50 | - | 0,01 | p50 | - | 0,01 | p50 | - | 0,01 | | 0,01 |
| 14 | Cromo | mg/L | 0,05 | p50 | - | 0,05 | p50 | - | 0,05 | p50 | - | 0,05 | | 0,05 |
| 15 | Cobre | mg/L | 0,05 | p50 | - | 0,05 | p50 | - | 0,05 | p50 | - | 0,05 | | 0,05 |
| 16 | Cinc | mg/L | 0,05 | p50 | - | 0,05 | p50 | - | 0,05 | p50 | - | 0,05 | | 0,05 |
| 17 | Hierro | mg/L | 0,34 | p50 | - | 0,43 | p50 | - | 0,30 | p50 | - | 0,34 | | 0,03 |
| 18 | Manganeso | mg/L | 0,04 | p50 | - | 0,04 | p50 | - | 0,04 | p50 | - | 0,04 | | 0,04 |
| 19 | Níquel | mg/L | 0,01 | p50 | - | 0,01 | p50 | - | 0,01 | p50 | - | 0,01 | | 0,01 |
| 20 | Mercurio | mg/L | 0,001 | p50 | - | 0,001 | p50 | - | 0,001 | p50 | - | 0,001 | | 0,001 |
| 21 | Aluminio | mg/L | 0,05 | p50 | - | 0,05 | p50 | - | 0,05 | p50 | - | 0,05 | | 0,05 |
| 22 | Plomo | mg/L | 0,01 | p50 | - | 0,01 | p50 | - | 0,01 | p50 | - | 0,01 | | 0,01 |
| 23 | Zinc | mg/L | 0,05 | Máx H | 0,03 | 0,03 | Máx H | 0,01 | 0,02 | Máx H | 0,01 | 0,02 | | 0,01 |
| 24 | Nitrato | mg/L | 9,10 | p50 | - | 0,15 | p50 | - | 0,12 | p50 | - | 0,61 | | 0,01 |
| 25 | Fosforo | mg/L | 0,02 | p50 | - | 0,01 | p50 | - | 0,01 | p50 | - | - | | 0,003 |

Se elabora Anteproyecto

3 mayo de 2011 :

Se ordena ampliación de plazo para publicar el anteproyecto con el objetivo de contar con el Análisis de Impacto General y Económico para publicar el anteproyecto

Cronograma de actividades para elaborar el anteproyecto



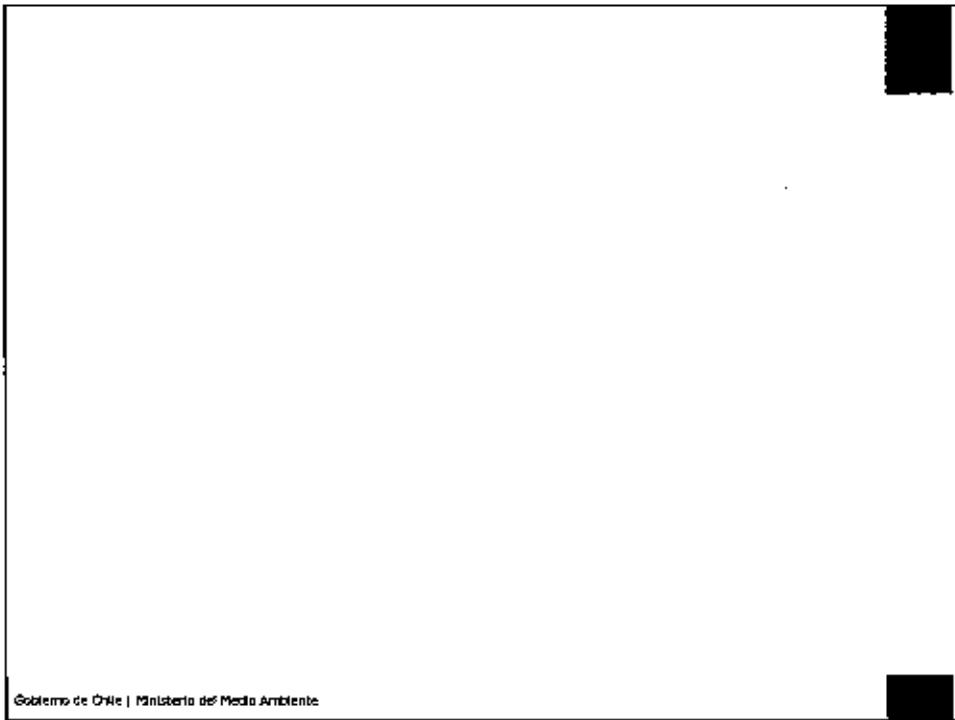
Por tal motivo,

31 de mayo de 2012 Publicación de Anteproyecto y AGIES

Terminar con el proceso de PAC en virtud de convenio 169

002543 VTA

15-05-2012



Gobierno de Chile | Ministerio del Medio Ambiente

sujetarse a las etapas señaladas en el artículo 32, inciso tercero, y en el respectivo reglamento, en lo que fueren procedentes;

Que el Reglamento que fija el procedimiento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión, D.S. N°93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, dispone en su artículo 16 que dentro del plazo de ciento cincuenta días, el Director, por resolución fundada, podrá prorrogar o disminuir los plazos establecidos para la preparación de los informes o del anteproyecto de norma;

Que la mención hecha al Director Ejecutivo de CONAMA debe entenderse hecha al Ministro del Medio Ambiente, conforme lo dispone el mencionado artículo 40 de la Ley N° 19.300.

RESUELVO:

AMPLÍESE el plazo para la preparación del anteproyecto de las Normas Secundarias de Calidad de las aguas continentales superficiales de la Cuenca del Río Valdivia, hasta el día 31 de mayo de 2012.

ANÓTESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE.



Ignacia Benítez
MARIA IGNACIA BENÍTEZ PEREIRA
 Ministra del Medio Ambiente

MAH/BC

Distribución:

- Gabinete Ministerial
- División Jurídica
- División de Política y Regulación Ambiental
- SEREMI del Medio Ambiente, Región del Bío-Bío
- Expediente Público de la norma
- Comité Operativo de la norma
- Oficina de Partes
- Archivo.

LO QUE TRANSCRIBO A UD., PARA
 SU CONOCIMIENTO.
 SALUDA ATTE. A UD.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las Aguas de la cuenca del río Valdivia

El siguiente cronograma de actividades es elaborado por el Departamento de Economía Ambiental (DEA) de la División de Estudios, del Ministerio del Medio Ambiente, a solicitud del Departamento de Asuntos Hídricos (DAH) de la División de Política y Regulación Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, atendiendo a los requerimientos para solicitar la ampliación de plazo de la publicación del Anteproyecto, de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental (NSCA) para la protección de las aguas de la cuenca del Río Valdivia, debido a la ausencia del AGIES.

Este cronograma ha sido realizado en consideración de los siguiente antecedentes:

1. El DAH presentó al DEA los antecedentes a la fecha disponibles para la evaluación técnico-económica de las normas propuestas en el Anteproyecto.
2. El DEA, evaluó los antecedentes y consideró que hace falta información importante para la elaboración exitosa del AGIES y priorizó su levantamiento y/o recolección.
3. El DAH, pone a disposición del DEA, apoyo profesional y económico para elaborar algún estudio que permita contar con antecedentes declarados de importancia para la elaboración del AGIES. Para esto, se contará con un presupuesto total de \$18.000.000 (dieciocho millones de pesos), de los cuales el DAH aportará \$12.000.000 (doce millones de pesos) y el DEA traspasará \$6.000.000 (seis millones de pesos) de su presupuesto, al DAH y designará a un profesional para participar como contraparte técnica.

| PERÍODO 2011 | | |
|--------------|--|---------|
| May-31 | Elaboración de TDR para estudio N° 1: Modelo de Emisión-Concentración de parámetros considerados en el Anteproyecto de NSCA para la cuenca del Río Valdivia. | DEA |
| Jun-01 | Inicio de HR para proceso de licitación de estudio N° 1 | DAH |
| Jul-15 | Inicio de Estudio N° 1 bajo contrapartes DEA-DAH | DEA-DAH |
| Nov-20 | Término de Estudio N° 1 | DEA-DAH |
| Jun-30 | Elaboración de TDR para estudio N° 2: Identificación, localización y cuantificación de Servicios Ambientales Proporcionados por la cuenca del Río Valdivia. | DEA |
| Jul-01 | Inicio de HR para proceso de licitación de estudio N° 2 | DAH |
| Ago-15 | Inicio de Estudio n° 2 bajo contrapartes DEA-DAH | DEA-DAH |
| Nov-20 | Término de Estudio N° 2 | DEA-DAH |
| PERÍODO 2012 | | |
| Ene-15 | Inicio de AGIES | DEA |
| Mar-31 | Término de AGIES | DEA |

SBP/MAH

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

ANTEPROYECTO DE NORMAS SECUNDARIAS DE
CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE
LAS AGUAS DE LA CUENCA DEL RÍO VALDIVIA

RESOLUCIÓN EXENTA N°

SANTIAGO

VISTOS

El Décimo Programa Priorizado de Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión aprobado por el Consejo Directivo de CONAMA mediante el acuerdo N° 273 del 21 de abril de 2006; la Resolución Exenta N° 3401, del Director Ejecutivo (s) de CONAMA, de fecha 18 de diciembre de 2006, publicada en el Diario Oficial y en el Diario La Nación el día 27 de diciembre de 2006, que dio inicio al proceso de dictación de las presentes normas secundarias de calidad ambiental; la Resolución Exenta N° 1198, de fecha 24 de mayo de 2007, que amplía el plazo para la preparación del anteproyecto de normas; la Resolución Exenta N° 947, del Director Ejecutivo de CONAMA, de fecha 14 de septiembre de 2010 que ordena la acumulación del procedimiento de elaboración de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas del río Cruces al procedimiento de elaboración de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, la Resolución Exenta N° 527, de fecha 03 de mayo de 2011, que amplía el plazo para la preparación del anteproyecto de normas y los demás antecedentes que obran en el expediente; lo dispuesto en el artículo 17 del D.S. N° 93 de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; la Resolución N° 520 de 1996, de la Contraloría General de la República; y las facultades que me otorga la Ley 19.300.

RESUELVO

- I. Apruébase, el Anteproyecto de las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca río Valdivia, que es del siguiente tenor:

ANTECEDENTES GENERALES DE LA CUENCA Y FUNDAMENTACIÓN

La cuenca del río Valdivia se encuentra ubicada en territorio de la XIV R, Región de Los Ríos. Con una extensión total de 10.275 km² está compuesta principalmente por las subcuencas de los ríos Cruces y Calle Calle. Con un caudal medio anual de 92 m³/s, el río Cruces nace en la parte noreste de la cuenca, en la vertiente occidental de los cerros situados entre los lagos Villarica y Calafquén, para luego tomar un curso suroriental hasta la confluencia con el río Calle Calle, dando origen al río Valdivia, en la ciudad homónima, a una distancia de 15 km, de la bahía de Corral, el cual tiene un caudal medio mensual de 770 m³/s. Por su parte, la subcuenca del río Calle Calle, la cual corresponde a una hoya

trasandina, se origina en el extremo poniente del lago Lacar, en el nacimiento del río Huahum, en territorio argentino. La parte de esta subcuenca que se ubica en territorio nacional abarca desde el paso internacional Huahum hasta la confluencia del Calle Calle con el río Cruces.

La parte alta de la cuenca del río Valdivia está formada por un sistema fluvio-lacustre, en la cual existe un número importante de grandes lagos conectados entre sí, entre los cuales destacan los lagos Calafquén, Piñhueico, Neltume, Panguipulli y Riñihue. La parte baja de esta cuenca está formada por el río San Pedro, el cual constituye el desahue del lago Riñihue para continuar con el río Calle Calle y posteriormente por un complejo sistema estuarial formado por los ríos Calle Calle, Cruces y Valdivia.

Debido a la importancia, y sensibilidad de los sistemas estuariales y sobre todo a que los estuarios presentan características hidrodinámicas, fisicoquímicas y ecológicas completamente distintas a los sistemas fluviales, las cuales deben ser consideradas al momento de elaborar estrategias de protección, en este proceso normativo se ha decidido normar la porción estuarial de esta cuenca en conjunto con los ríos que dan origen a este estuario.

Los estuarios poseen una función biológica irremplazable en la producción y el desarrollo de numerosas especies, a tal punto que son reconocidos como verdaderas "áreas de crianza" y hábitats promotores para el desarrollo de larvas de distintas especies de peces, debido su alta producción biológica, tanto primaria como secundaria. Es por ello que históricamente los estuarios han sido focos de asentamientos humanos, lo que actualmente representa el difícil desafío de protección de estos ecosistemas altamente complejos y sensibles. Uno de los estuarios más importantes del centro-sur de Chile es el del Río Valdivia, el cual reviste una gran importancia ambiental y económica, registrándose en los últimos años un gran incremento de las actividades productivas asociadas a la cuenca.

El sistema estuarial de la cuenca del río Valdivia corresponde un estuario de tipo neotectónico, positivo, y de mezcla parcial. Con un régimen de mareas semidiurnas (registrando las mayores diferencias de alturas de marea durante la noche) y de tipo micromareal, es decir con rangos mareales que no superan los 2 m. La circulación mareal estuarial es reflejo de la interacción entre mareas y topografía submarina, existiendo en el caso del estuario de los ríos Valdivia y Calle-Calle un canal principal bien desarrollado, y escasas planicies submareales e intermareales. Otra característica importante, es la existencia de canales mareales que comunican estuarios, como el canal Cantera que une los estuarios Valdivia y Tomagaleones y el canal Cau-Cau, que comunica los estuarios Cruces y Valdivia.

En la parte terminal del río Cruces se ubica el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter que corresponde a un humedal costero estuarial, que se formó como consecuencia del hundimiento del terreno con ocasión del terremoto de 1960, el cual fue declarado un sitio Ramsar por ser un sitio relevante para las especies y comunidades, aves acuáticas, peces y el ecosistema. Además del valor desde la perspectiva de la biodiversidad, el Santuario tiene valor por el potencial uso en recreación, turismo e interés educacional. El Humedal del río Cruces permite el control de la erosión, retención de sedimentos, retención de nutrientes, estabilización del clima, el control de caudales, control de sedimentación, almacenaje de aguas lo que reduce los riesgos de inundación para la población. Este Santuario de la Naturaleza tiene una superficie de 4.877 Ha.

Las principales actividades económicas asociadas a la cuenca y al sistema estuarial corresponden a las actividades silvoagropecuarias, agrícolas, ganaderas, industriales con un gran número de empresas de este rubro (principalmente empresas forestales e industrias de la madera) y, en menor medida, actividades de acuicultura (cultivos de mitilidos y salmónidos). Además, se realizan sobre esta cuenca actividades de pesca deportiva (se registran 13 clubes) y de captación de agua potable. La población urbana, de la parte baja de la cuenca se concentra mayoritariamente en la ciudad de Valdivia, La cual en su mayoría posee servicios de alcantarillado y de tratamiento de aguas servidas. Todas estas actividades ejercen presión sobre la calidad de las aguas de la cuenca del río Valdivia, de tal manera que se hace necesaria la creación de instrumentos de gestión ambiental que permitan proteger la calidad de sus aguas y de su ecosistema.

Los principales antecedentes técnicos utilizados para el desarrollo de las normas secundarias de calidad fueron: el estudio "Diagnóstico y Clasificación de los cuerpos y cursos de Agua según objetivos de calidad", de la Dirección General de Aguas (DGA), estudios complementarios desarrollados para Conama por Aquambiente, CODEPROVAL, UACH y UCSC, el estudio Aproximación Ecotoxicológica y Evaluación de Riesgo Ecológico Teórico en apoyo al proceso de elaboración de las NSCA de la cuenca del río Valdivia, el estudio Evaluación de Riesgo Ecológico para el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter en apoyo al proceso de elaboración de las NSCA de la cuenca del río Valdivia y todos los antecedentes obtenidos por el Comité Operativo y que constan en el expediente público de las normas.

TÍTULO I OBJETIVOS Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Artículo 1°. El presente anteproyecto establece las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia.

Estas normas de calidad ambiental tienen por objetivo asegurar la conservación del patrimonio ambiental y preservación de los ecosistemas hídricos, de manera que en dichos cursos de agua se salvaguarden sus comunidades acuáticas, los usos y servicios ambientales que estos ecosistemas entregan a la sociedad en su conjunto.

Las normas secundarias de calidad ambiental, permitirán la protección y conservación de la calidad de las aguas e impedirán su deterioro futuro.

Artículo 2° El ámbito territorial de aplicación de la presente norma, corresponde al río San Pedro, el río Calle Calle, el río Cruces y el río Valdivia

TÍTULO II DEFINICIONES

Artículo 3°. Para los efectos de lo dispuesto en este decreto, se entenderá por:

1. **Aguas continentales superficiales:** Son las aguas terrestres que se encuentran naturalmente a la vista del hombre y que escurren por causas naturales.

2. **Áreas de vigilancia:** Es el cuerpo o curso de agua superficial continental, o parte de él, para efectos de asignar y gestionar su calidad. Dichas áreas corresponden a las establecidas en el artículo 4º de este anteproyecto.
3. **Autoridad competente:** Corresponden a los organismos públicos señalados en el artículo 14º.
4. **Comunidades acuáticas:** Conjunto de poblaciones biológicas que tienen en el medio acuático, continental o marino, su medio normal o más frecuente de vida y que dependen directa y/o indirectamente de éste.
5. **Estuario:** Un estuario es un cuerpo de agua costero semicerrado que se extiende hasta el límite efectivo de la influencia de la marea, dentro del cual el agua salada que ingresa por una o más conexiones libres con el mar abierto, o cualquier otro cuerpo de agua salina, es diluida significativamente con agua dulce derivada del drenaje terrestre y puede sustentar organismos eurihalinos, ya sea durante una parte o la totalidad de su ciclo de vida".
6. **Humedal:** Las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal.
7. **Percentil:** Corresponde al valor "q" calculado a partir de los valores efectivamente medidos para cada elemento o compuesto en cada estación de monitoreo, aproximados a la unidad de medida correspondiente más próxima. Todos los valores se anotarán en una lista establecida por orden creciente para cada área determinada: $X_1 \leq X_2 \dots \leq X_k \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$. El percentil será el valor del elemento de orden "K" para el que "K" se calculará por medio de la siguiente fórmula: $K = q \cdot n$, donde $q = 0,85$ para el percentil 85 y "n" corresponde al número de valores efectivamente medidos. El valor "k" se aproximará al número entero más próximo.
8. **Programa de Vigilancia:** Monitoreo sistemático, destinado a caracterizar, controlar y evaluar la variación de la calidad de las aguas, en las áreas de vigilancia en un período determinado.

TÍTULO III NIVELES DE CALIDAD AMBIENTAL POR ÁREAS DE VIGILANCIA

Artículo 4º. Para efectos de la aplicación y fiscalización del cumplimiento de las presentes normas se han establecido para la cuenca del río Valdivia tres áreas de vigilancia. Los lugares y coordenadas (en UTM WGS 84 – Huso 18) de inicio y término de cada una de las áreas de vigilancia se establecen en la tabla siguiente:

Tabla N° 1
Áreas de Vigilancia

| CÓDIGO | ÁREA DE VIGILANCIA | LÍMITES (DE: DE: HASTA:) | SUPERFICIES | |
|-----------------|--------------------|---|-------------|---------|
| | | | H | M |
| Río Cruces | RC I | De: nacimiento río Cruces | 5.634.252 | 733.256 |
| | | Hasta: río Cruces Loncoche | 5.639.597 | 705.228 |
| Río Cruces | RC II | De: río Cruces Loncoche | 5.639.597 | 705.228 |
| | | Hasta: río Cruces Rucaco | 5.620.006 | 680.443 |
| Río Cruces | RC III | De: río Cruces Rucaco | 5.620.006 | 680.443 |
| | | Hasta: río Cruces Cahuincura | 5.620.787 | 667.634 |
| Río Cruces | RC IV | De: río Cruces Cahuincura | 5.620.787 | 667.634 |
| | | Hasta: Río Cruces San Luis de Alba | 5.614.447 | 658.822 |
| Río Cruces | SNCA | De: Río Cruces desde la San Luis de Alba | 5.614.447 | 658.822 |
| | | Hasta: Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle | 5.590.372 | 648.860 |
| Río Valdivia | RV | De: Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle | 5.590.372 | 648.860 |
| | | Hasta: desembocadura en en la bahía de Corral | 5.585.128 | 637.966 |
| Río Calle Calle | RCC | De: Balsa San Javier (Antilhue) | 5.592.061 | 674.754 |
| | | Hasta: Confluencia Río Cruces y Río Calle Calle | 5.590.372 | 648.860 |
| Río San Pedro | RSP | De: Desahue Lago Rihue | 5.595.015 | 716.287 |
| | | Hasta: Antilhue | 5.592.061 | 674.754 |

Artículo 5°. Para cada Área de Vigilancia identificada en la Tabla N° 1 del artículo anterior, se ha asignado, en la Tabla N° 2, una calidad ambiental para cada uno de los compuestos o elementos normados, teniendo en cuenta que los valores máximos y mínimos están referidos a concentraciones o unidades totales según corresponda.

Tabla N° 2
Niveles de Calidad Ambiental por Áreas Vigilancia

| CUENCA RÍO VALDIVIA | | | ÁREAS DE VIGILANCIA | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|--------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| N° | Elemento compuesto | Unidad | RSP | RCC | RV | RC I | RC II | RC III | RC IV | SNCA |
| 1 | pH | - | 6,5-8,0 | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 | 6,0-7,5 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 |
| 2 | Oxígeno | mg/L | > 8,3 | > 8,9 | > 8 | > 9,4 | > 8,8 | > 9,7 | > 8,5 | > 8,5 |
| 3 | Conductividad | µS/cm | 100 | 100 | - | 100 | 100 | 100 | 100 | - |
| 4 | Sulfato | mg/l | - | - | - | - | 3 | 7 | 7,8 | - |
| 5 | Sodio | mg/l | 4,6 | 4,6 | - | 4,4 | 4,8 | 8,3 | 7,9 | - |
| 6 | Cloruro | mg/l | 5,3 | 7,1 | - | 6,4 | 5,6 | 7,6 | 8,1 | - |
| 7 | Calcio | mg/l | 6,9 | 7,7 | - | 5,1 | 4,4 | 3,9 | - | - |
| 8 | Magnesio | mg/l | 4,7 | 1,5 | - | 1,9 | 1,9 | 1,8 | - | - |
| 9 | Potasio | mg/l | 2,6 | 1,8 | - | 0,75 | 2,1 | 2,2 | - | - |
| 10 | Aluminio | mg/l | 0,19 | 0,36 | 0,47 | 0,44 | 0,39 | 0,5 | 0,08 * | 0,22 |
| 11 | Cobre | mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 |
| 12 | Cromo | mg/L | - | 0,013 | 0,02 | - | - | - | - | - |
| 13 | Hierro | mg/L | 0,1 | 0,19 | 0,41 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,14* | 0,39 |
| 14 | Manganeso | mg/L | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,8 |
| 15 | Zinc | mg/l | 0,02 | 0,014 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,018 | 0,01 | 0,04 |
| 16 | Nitrato | mg/L | 0,08 | 0,1 | 0,19 | 0,2 | 0,19 | 0,2 | 0,5 | - |
| 17 | Fosfato | mg/L | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,03 | - | - |

* Referido al valor de la fracción disuelta

TÍTULO IV PROGRAMA DE VIGILANCIA

Artículo 6°. El monitoreo de las normas secundarias deberá efectuarse de acuerdo a un Programa de Vigilancia aprobado por resolución por las autoridades competentes y en coordinación con la el Ministerio de Medio Ambiente y la Superintendencia de Medio Ambiente, si corresponde. Dicho programa será de conocimiento público y en él se señalarán, a lo menos, los datos que sean representativos de las áreas de vigilancia, las estaciones de monitoreo de calidad del agua, las frecuencias de monitoreo, las responsabilidades y las metodologías analíticas seleccionadas. Los programas para su aprobación deberán cumplir con lo dispuesto en el presente artículo y con el Título V del presente decreto.

El programa de vigilancia podrá incorporar el monitoreo de compuestos y elementos adicionales a los establecidos en la presente norma, así también como nuevas estaciones de monitoreo de calidad de agua, con la finalidad de generar información para revisiones futuras de la norma. Además, los bioensayos, los bioindicadores y análisis de sedimentos podrán ser utilizados como herramientas complementarias para determinar los impactos producidos sobre las comunidades acuáticas y calidad de agua

Las mediciones obtenidas con anterioridad a la aprobación del programa de vigilancia podrán ser validamente utilizadas para el control de la norma cuando cumplan con los requisitos exigidos en este artículo y en el Título V del presente anteproyecto.

TÍTULO V METODOLOGÍAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS

Artículo 7º. El monitoreo se efectuará de acuerdo a los métodos de muestreo y condiciones de preservación de muestras establecidos en las normas chilenas oficiales que se indican a continuación o a sus versiones actualizadas.

| Identificación | Título de la norma |
|--|---|
| NCh411/1.Of96 | Calidad del agua – Muestreo – Parte 1: Guía para el diseño de programas de muestreo. |
| NCh411/2.Of96 | Calidad del agua – Muestreo – Parte 2: Guía sobre técnicas de muestreo |
| NCh411/6.Of96 | Calidad del agua – Muestreo – Parte 6: Guía para el muestreo de ríos y cursos de agua. |
| NCh411/3.Of96 | Calidad del agua – Muestreo – Parte 3: Guía sobre la preservación y manejo de las muestras. |
| Collection and Preservation of Samples | Descritas en el número 1060 del "Standard Methods" for Examination of Water and Wastewater. |

Artículo 8º. La determinación de los compuestos o elementos incluidos en estas normas podrán efectuarse de acuerdo a los métodos analíticos que se indican a continuación, o a sus versiones actualizadas, teniendo en cuenta que los resultados deberán referirse a valores totales en los compuestos o elementos que corresponda.

Metodologías descritas en: Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, 21th Edition 2005, APHA-AWWA-WPCF; y metodologías analíticas utilizadas por el Laboratorio Nacional de la Dirección General de Aguas.

| Parámetros | Metodologías |
|------------|--|
| Aluminio | 3500-Al B. Eriochrome Cyanine R Method 3111 D. Direct Nitrous Oxide-Acetylene Flame Method* 3120 B Inductively Coupled Plasma (ICP) Method. 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method |
| Calcio | 3111 B. Direct Air-Acetylene Flame Method* |
| Cloruro | 4500-Cl B. Argentometric Method 4500 Cl C. Mercuric Nitrate Method* 4110 Determination of Anions by Ion Chromatography |
| Cobre | 3500-Cu B. Neocuproine Method 3113 B. Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method. 3120 B Inductively Coupled Plasma (ICP) Method. 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method 3111 B. Direct Air-Acetylene Flame Method.* |

| Parámetros | Metodologías |
|--|--|
| Conductividad Eléctrica | 2510 B Laboratory Method* |
| Cromo | 3113 B. Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method. 3120 B Inductively Coupled Plasma (ICP) Method. 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method 3111 B. Direct Air-Acetylene Flame Method* |
| Hierro | 3111 B. Direct Air-Acetylene Flame Method* 3500 Fe-B Phenanthroline Method 3113 B. Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method. 3120 B Inductively Coupled Plasma (ICP) Method. |
| Magnesio | 3111 B. Direct Air-Acetylene Flame Method* |
| Manganeso | 3111 B. Direct Air-Acetylene Flame Method* 3113 B. Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method. 3120 B Inductively Coupled Plasma (ICP) Method. 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method |
| Mercurio | 3112 B. Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method. 3125 B. Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method |
| Molibdeno | 3113 B. Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method. 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method |
| Níquel | 3113 B. Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Method. 3125 B Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method |
| Oxígeno Disuelto | 4500-O G. Membrane Electrode Method ASTM International, 2006, D888-05 standard test methods for dissolved oxygen in water |
| pH | 4500-H+ B. Electrometric Method |
| Sodio | 3111 B. Direct Air-Acetylene Flame Method* 3500-Na B. Flame Emission Photometric Method |
| Sulfato | 4500-SO42- Turbidimetric Method* 4110 Determination of Anions by Ion Chromatography |
| Zinc | 3111B. Direct Air-Acetylene Flame Method* 3120 B. Inductively Coupled Plasma (ICP) Method 3125 B. Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry (ICP/MS) Method |
| PARÁMETROS DE LA RED DE OBSERVACIÓN | |
| Fosfato | 4500-P B. Sample Preparation 4500-P C. Vanadomolybdophosphoric Acid Colorimetric Method 4500-P D. Stannous Chloride Method 4500-P E. Ascorbic Acid Method |

| Parámetros | Metodologías |
|--------------------|--|
| | 4110 B. Ion Chromatography with Chemical Suppression of Eluent Conductivity |
| Nitrato | 4110 B. Ion Chromatography with Chemical Suppression of Eluent Conductivity 4500-NO3_ B. Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method 4500-NO3_ D. Nitrate Electrode Method |
| Nitrogeno Kjendahl | 4500-Norg B. Macro-Kjeldahl Method 4500-Norg C. Semi-Micro-Kjeldahl Method |

* Metodología analítica utilizada por el Laboratorio Nacional de la Dirección General de Aguas.

Otras metodologías descritas en La Agencia de Protección Ambiental de los EEUU. (USEPA):

| Parámetros | Metodologías |
|-----------------|--|
| Calcio | Method 200.7 Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Rev. 4.4 1994. |
| Elementos Traza | Method 1638. Trace Elements in Ambient Waters by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. (ICPMS) |
| Metales Traza | Method 1669. Sampling Ambient Water for Trace Metals. Trace Metal Cleanroom. EPA 600/R/96/018. |

Artículo 9º. Para los casos en que exista más de una metodología para determinar un compuesto o elemento, según lo establecido en el artículo anterior, corresponderá a las autoridades competentes evaluar la metodología a utilizar, teniendo en consideración la concentración regulada y la sensibilidad del método analítico, para posteriormente informar en el programa de vigilancia.

TÍTULO VI CUMPLIMIENTO Y EXCEDENCIAS

Artículo 10º. El cumplimiento de las normas contenidas en el presente anteproyecto deberá verificarse de acuerdo con el Programa de Vigilancia, y en base a los datos por compuesto o elemento obtenidos en cada una de las áreas de vigilancia que se indican en el artículo 4º de este anteproyecto.

Artículo 11º. Se considerarán sobrepasadas las normas secundarias de calidad establecida en el presente decreto, cuando el percentil 85 móvil de las concentraciones de las muestras

analizadas para un compuesto o elemento, según la frecuencia mínima establecida en el Programa de Vigilancia y durante dos años consecutivos, sean mayores a los límites establecidos en las presentes normas.

Se considerarán también sobrepasadas las normas secundarias de calidad establecidas en el presente decreto, si antes de concluir el primer año, de cada período de control, se registrase al menos 2 monitoreos, según frecuencia mínima establecida en el Programa de Vigilancia, en los cuales algunos de los parámetros normados registre concentraciones mayores a los límites establecidos en las presentes normas

Para el caso del oxígeno disuelto, la concentración deberá ser mayor o igual a los límites establecidos en la presente norma, y para el caso del pH, la concentración debe fluctuar entre el rango determinado en la presente norma, incluyendo los extremos.

Artículo 12º. Cuando la representatividad de las muestras analizadas se vea afectada por fenómenos excepcionales y/o transitorios tales como inundaciones, sequías, catástrofes naturales, los datos podrán no ser incluidos en las mediciones destinadas a verificar el cumplimiento de las normas secundarias.

En el evento que, sobre la base de información objetiva verificada por la autoridad competente, se determine que la superación de las normas secundarias de calidad para algún compuesto, elemento o parámetro se debe a factores naturales, esta superación no dará lugar a la declaración de zona como saturada o latente.

TÍTULO VII FISCALIZACIÓN

Artículo 13º. Corresponderá a la Dirección General de Aguas, DIRECTEMAR y la Superintendencia de Medio Ambiente fiscalizar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad ambiental, comprendidas en el presente anteproyecto.

Lo anterior, no obsta a las atribuciones sobre fiscalización que éstos u otros organismos públicos posean conforme a la legislación vigente.

TÍTULO VIII INFORME DE CALIDAD

Artículo 14º. El Ministerio del Medio Ambiente, coordinará a las autoridades competentes en la elaboración de un Informe de Calidad destinado a divulgar el cumplimiento de las normas secundarias de calidad ambiental contenidas en el presente decreto. Dicho informe será de conocimiento público y será publicado anualmente, exceptuando el primero que será publicado una vez que se haya cumplido el plazo establecido en el artículo 11.

Para efecto de lo anterior, dentro de los tres primeros meses de cada año, las autoridades competentes deberán proveer, al Ministerio del Medio Ambiente, toda la información pertinente.

El informe de calidad deberá señalar, fundadamente, al menos el cumplimiento de las normas secundarias de calidad ambiental contenidas en el presente decreto, para cada uno

de los parámetros normados en cada una de las áreas de vigilancia establecidas en el artículo 5.

TÍTULO IX VIGENCIA

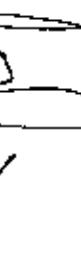
Artículo 15°. Las normas secundarias de calidad ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia, entrarán en vigencia con la publicación del presente decreto en el diario oficial.

Para tales efectos:

- a) Remítase copia del expediente al Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente, para que emita su opinión sobre el anteproyecto de normas secundarias de calidad. Dicho Consejo dispondrá de 60 días contados desde la recepción de la copia del expediente, para el despacho de su opinión. La opinión que emita el Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente será fundada, y en ella se dejará constancia de los votos disidentes.
- b) Dentro del plazo de 60 días, contados desde la publicación en el Diario Oficial, del extracto de la presente resolución, cualquier persona, natural o jurídica, podrá formular observaciones al contenido del anteproyecto de las normas secundarias de calidad. Dichas observaciones deberán ser presentadas, por escrito, en la SEREMI del Medio Ambiente correspondiente al domicilio del interesado y deberán ser acompañadas de los antecedentes en los que se sustentan, especialmente los de naturaleza técnica, científica, social, económica y jurídica.

Anótese, publíquese en extracto, comuníquese y archívese.

**MARÍA IGNACIA BENITEZ PEREIRA
MINISTRA
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE**

| NOMBRE | INSTITUCIÓN | E-MAIL | FIRMA |
|-----------------------------------|---------------|-----------------------------|---|
| Pauja Foules | SERNAGEOMIN | pfoules@sernageomin.cl |  |
| Jean Paul RINAUD | SECRETARÍA MA | SRINAUD@mma.mma.gob.cl |  |
| MARCELO CZISCHKE | SAT | marcelo.czischke@seg.gob.cl |  |
| Jaimé Reyes M. Bienes Cuacionales | Dirección | jreyes@direccn.cl |  |
| JUAN HARRIES | D6A | Jharies@mma.gob.cl |  |
| VIVIANA BUSTOS | D6A | viviana.bustos@mma.gob.cl |  |
| Leonardo Alarcón | Secretaría MA | lalarcon@mma.gob.cl |  |
| Silvia Benítez | MA | sbenitez@mma.gob.cl |  |

Reunión Comité Operativo Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Volcán

Fecha: 28 de Octubre de 2011



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

Laboratorio de Limnología y Recursos
Hídricos Laboratorio Ecotoxicología y
Monitoreo Ambiental

*Identificación, Cuantificación y
Recopilación de Valores
Económicos para los Servicios
Ecosistémicos de la Cuenca del
Río Valdivia*

2012



EQUIPO DE TRABAJO

Director Proyecto: Dr. David Figueroa Hernández

Laboratorios de Limnología, Recursos Hídricos, Ecotoxicología y Monitoreo Ambiental.
Escuela de Ciencias Ambientales, Facultad de recursos Naturales. Universidad Católica
de Temuco, Manuel Montt 56, Casilla 15-D, Temuco, Chile.

Equipo de trabajo

Dr. David Figueroa Hernández

Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos

Escuela de Ciencias Ambientales

Facultad de Recursos Naturales

Dr. Francisco Ramón Encina Montoya

Laboratorio Ecotoxicología y Monitoreo Ambiental

Escuela de Ciencias Ambientales

Facultad de Recursos Naturales

Ing. Acuicultura Carlos Felipe Aguayo Arias

Laboratorio Ecotoxicología y Monitoreo Ambiental

Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos

Escuela de Ciencias Ambientales

Facultad de Recursos Naturales



002560



Informe Final: *Identificación, Cuantificación y Recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del Río Valdivia*

Lic. en RRNN Paulo Valdivia Quidel
Laboratorio de Limnología y Recursos Hídricos
Escuela de Ciencias Ambientales
Facultad de Recursos Naturales

Dr ©. Carlos Esse
Magíster en Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota
Laboratorio de SIG – Teledetección y Bosques
Escuela de Ciencias Forestales
Facultad de Recursos Naturales

ÍNDICE

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Resumen Ejecutivo | 9 |
| 2 | INTRODUCCIÓN | 11 |
| 3 | Objetivo General | 14 |
| 3.1 | Objetivos Específicos..... | 14 |
| 4 | METODOLOGÍA | 15 |
| 4.1 | Valoración Territorial..... | 16 |
| 4.1.1 | Planificación Territorial | 16 |
| 4.1.2 | Niveles de la Planificación Territorial | 16 |
| 4.1.3 | Modelos de Planificación Territorial | 18 |
| 4.1.4 | Identificación de Unidades Ambientales Homogéneas | 19 |
| 4.1.5 | Cálculo del Valor Territorial | 20 |
| 4.2 | Áreas de relevancia ambiental asociadas al recurso hídrico | 28 |
| 4.3 | Identificación de Servicios Ecosistémicos en la Cuenca del Río Valdivia..... | 29 |
| 4.3.1 | Base Conceptual..... | 29 |
| 4.3.2 | Niveles seleccionados en el proceso de identificación de servicios ecosistémicos | 32 |
| 4.3.3 | Selección de servicios ecosistémicos asociados a los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Valdivia..... | 36 |
| 4.4 | Cuantificación de servicios ecosistémicos asociados a la cuenca del río Valdivia | 37 |
| 4.4.1 | Cuantificación servicio Provisión: Agua Potable..... | 38 |
| 4.5 | Relación entre los servicios ecosistémicos seleccionados y los parámetros normados para la NSCA de la cuenca del río Valdivia | 41 |
| 4.6 | Identificación de las principales actividades económicas de la cuenca del río Valdivia y su relación con los parámetros de la NSCA..... | 41 |
| 4.7 | Especies de Flora y Fauna presentes en la cuenca del río Valdivia | 42 |
| 5 | RESULTADOS..... | 45 |
| 5.1 | Descripción General de la Cuenca del río Valdivia..... | 45 |
| 5.2 | Valoración Territorial..... | 46 |
| 5.2.1 | Identificación de Unidades Ambientales Homogéneas (UAH) | 46 |
| 5.2.2 | Valor Total del Territorio..... | 47 |
| 5.3 | Áreas de relevancia ambiental para la biodiversidad asociadas al recurso hídrico | 53 |
| 5.3.1 | Importancia de las Áreas Silvestres y Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad..... | 56 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.4 | Identificación, clasificación y selección de servicios ecosistémicos presentes en la cuenca del río Valdivia..... | 57 |
| 5.4.1 | Identificación y clasificación de servicios ecosistémicos de acuerdo a la clasificación de MEA (2005) | 57 |
| 5.4.2 | Clasificación y selección de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Valdivia para el proceso de cuantificación | 60 |
| 5.4.3 | Descripción servicios ecosistémicos..... | 61 |
| 5.4.4 | Relación entre los servicios ecosistémicos seleccionados y los parámetros normados para la NSCA de la cuenca del río Valdivia. | 64 |
| 5.5 | Identificación de las principales actividades económicas en la cuenca del río Valdivia..... | 75 |
| 5.5.1 | Industrias presentes la cuenca del río Valdivia y su relación con los parámetros de la Norma Secundaria de Calidad de Aguas y el D.S. 90/2000..... | 75 |
| 5.5.2 | Estadísticas de producción más relevantes en la cuenca del río Valdivia. | 87 |
| 5.6 | Especies de Flora y Fauna presentes en la cuenca del río Valdivia | 96 |
| 5.6.1 | Flora | 96 |
| 5.6.2 | Fauna | 97 |
| 5.7 | Cuantificación de servicios ecosistémicos asociados a la cuenca del río Valdivia..... | 100 |
| 5.7.1 | Servicio Provisión: Agua Potable..... | 101 |
| 5.7.2 | Servicio Provisión: Uso Agrícola..... | 105 |
| 5.7.3 | Servicio Provisión para Acuicultura: agua para producción acuícola..... | 105 |
| 5.7.4 | Servicio Provisión Generación Hidroeléctrica | 105 |
| 5.7.5 | Servicio Provisión: Reservas de agua dulce..... | 106 |
| 5.7.6 | Servicio Regulación: Depuración y regulación de contaminantes. Aplicación de Índice WQI en las estaciones de monitoreo de la DGA. | 106 |
| 5.7.7 | Expresión cartográfica del índice WQI y número de ríos/tramos con rangos de calidad de agua. | 108 |
| 5.7.8 | Espacio territorial Humedales: Biodiversidad, provisión y regulación de agua. | 110 |
| 5.7.9 | Servicio Cultural: Turismo | 112 |
| 5.8 | Protección servicios ecosistémicos versus Norma Secundaria de Calidad de Agua de la cuenca del río Valdivia..... | 116 |
| 5.8.1 | Estimación de tasas de cambio de los parámetros físico-químicos en la Cuenca del río Valdivia y río Cruces sin la aplicación de la Norma de Calidad Secundaria (NSCA). | 117 |
| 5.8.2 | Servicio ecosistémico de provisión de agua potable versus NSCA..... | 122 |
| 5.8.3 | Servicio ecosistémico de provisión de agua para actividad agrícola versus NSCA | 123 |
| 5.8.4 | Estimación de efectos de la calidad del agua sobre la producción agrícola en la Comuna de Mariquina (Río Cruces en Rucaco)..... | 125 |



| | | |
|-------|--|-----|
| 5.8.5 | Servicio ecosistémico de provisión de agua para actividad acuícola versus NSCA. | 126 |
| 5.8.6 | Estimación de efectos de la calidad del agua sobre la producción acuícola en la Comuna de Valdivia (río Valdivia Transbordador CA) | 128 |
| 5.9 | Recopilación de valores económicos de los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico de la cuenca del río Valdivia | 132 |
| 5.9.1 | Métodos de valoración Directa | 133 |
| 5.9.2 | Métodos de valoración Indirecta | 133 |
| 5.9.3 | Métodos de valoración Contingente | 135 |
| 5.9.4 | Otros Métodos | 136 |
| 5.10 | Conclusiones | 141 |
| 6 | BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA | 144 |
| 7 | ANEXOS | 156 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------------------|--|----|
| Tabla 1. | Atributos definidos según los vectores de valoración. | 22 |
| Tabla 2. | Ecuaciones y ponderaciones empleadas en el cálculo de los vectores de valoración y el Valor Total del Territorio. | 24 |
| Tabla 3. | Rangos numéricos para la determinación del valor de las UAH y el valor total del territorio. | 25 |
| Tabla 4. | Definición y clasificación de servicios ecosistémicos de acuerdo a Daily (1997), MEA (2005), Boyd & Banzhaf (2007), Fisher & Turner (2008) y Wallace (2007). | 30 |
| Tabla 5. | Grupos de consulta y su vínculo al ámbito profesional | 35 |
| Tabla 6. | Indicadores y unidades de medición empleados en la cuantificación de los servicios ecosistémicos seleccionados. | 37 |
| Tabla 7. | Categorías en calidad de aguas del índice WQI | 40 |
| Tabla 8. | Formato Base de Datos Información Componentes Biológico cuenca río Valdivia | 43 |
| Tabla 9. | Información de base diagnóstico para la Cuenca del río Valdivia | 45 |
| Tabla 10. | Valor ecológico del territorio en función de sus atributos y sus UAH. | 47 |
| Tabla 11. | Número de hectáreas según rango de valor del territorio | 48 |
| Tabla 12. | Valor productivo del territorio en función de sus atributos y sus UAH. | 49 |
| Tabla 13. | Número de hectáreas según rango de valor del territorio | 49 |
| Tabla 14. | Valor Social del Territorio en función de sus atributos y sus UAH | 50 |
| Tabla 15. | Número de hectáreas según rango de valor del territorio | 50 |
| Tabla 16. | Valor Paisajístico del territorio en función de sus atributos y sus UAH. | 51 |
| Tabla 17. | Número de hectáreas según rango de valor del territorio | 51 |
| Tabla 18. | Listado de servicios ecosistémicos identificados por cada uno de los grupos de consulta | 59 |
| Tabla 19. | Matriz de similaridad entre los grupos de consulta y servicios ecosistémicos identificados. | 60 |
| Tabla 20. | Servicios ecosistémicos seleccionados para la cuantificación. | 60 |
| Tabla 21. | Niveles de calidad de agua por áreas de vigilancia. | 65 |
| Tabla 22. | NCh409/1.Of2005. Norma de Calidad para agua potable. Límites máximos de concentración del compuesto o sustancia. | 69 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 23. Norma Chilena Oficial 1333.Of78, modificada en 1987. "Requisitos de Calidad del Agua para Riego" | 70 |
| Tabla 24. Rangos de conductividad y sólidos disueltos normados para la actividad agrícola..... | 71 |
| Tabla 25. Criterios de Calidad de agua para Acuicultura..... | 71 |
| Tabla 26. DS/90: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales considerando la capacidad de dilución del receptor..... | 72 |
| Tabla 27. Norma Chilena Oficial 1333.Of78, modificada en 1987. Estándar de agua destinada a uso Recreativo | 73 |
| Tabla 28. Norma Chilena Oficial 1333.Of78, modificada en 1987. Estándar de agua para la vida acuática (agua dulce) | 74 |
| Tabla 29. Total de industrias presentes en el área de influencia de la NSCA de la cuenca del río Valdivia individualizada por actividad económica..... | 75 |
| Tabla 30. Industrias del área acuícola presente en el área de influencia de la NSCA de la cuenca del río Valdivia..... | 77 |
| Tabla 31. Industrias del área forestal presente en el área de influencia de la NSCA de la cuenca del río Valdivia..... | 79 |
| Tabla 32. Industrias del área agropecuaria presente en el área de influencia de la NSCA de la cuenca del río Valdivia..... | 81 |
| Tabla 33. Industrias del área sanitaria presente en el área de influencia de la NSCA de la cuenca del río Valdivia..... | 83 |
| Tabla 34. Industrias del área energía presente en el área de influencia de la NSCA de la cuenca del río Valdivia..... | 85 |
| Tabla 35. Industrias de otras aéreas productivas presentes en el área de influencia de la NSCA de la cuenca del río Valdivia..... | 86 |
| Tabla 36. Superficie agrícola a escala comunal en la cuenca del río Valdivia..... | 88 |
| Tabla 37. Superficie agrícola por tipos de cultivos presentes en la cuenca del río Valdivia..... | 89 |
| Tabla 38. Superficies forestales a nivel comunal en la cuenca del río Valdivia..... | 93 |
| Tabla 39. Superficies forestales por especies en la cuenca del río Valdivia..... | 94 |
| Tabla 40. Cabezas de ganado presentes a escala comunal en la cuenca del río Valdivia..... | 95 |
| Tabla 41. Cuantificación de servicios ecosistémicos seleccionados según sus principales indicadores | 100 |
| Tabla 42. Disponibilidad de agua potable superficial para la cuenca del río Valdivia. Se entregan valores de agua potable disponible a nivel urbano y rural. | 101 |
| Tabla 43. Disponibilidad de agua potable subterránea para la cuenca del río Valdivia. Se entregan valores de agua potable disponible a nivel urbano y rural..... | 102 |
| Tabla 44. Promedio de parámetros seleccionados..... | 106 |
| Tabla 45. Percentiles de Conductividad, DQO, Fósforo Total, Nitrato (NO ₃), oxígeno disuelto, pH y Temperatura en la cuenca del río Valdivia..... | 107 |
| Tabla 46. Estimación de la importancia relativa de los parámetros seleccionados mediante ACP. Se consideraron el aporte de la 3 primeras componentes con un 82% de varianza explicada..... | 107 |
| Tabla 47. Cálculo de WQI como el producto de los Valores de Calidad Estandarizados (0-1) de Conductividad, DQO, Fósforo Total, Nitrato (NO ₃), Oxígeno disuelto, pH y Temperatura. Cuenca del Valdivia | 108 |
| Tabla 48. Estimación de los percentiles para aluminio, conductividad, DQO, hierro y nitrato en Río Cruce - Rucaco | 121 |
| Tabla 49. Estimación del incremento de la concentración de Aluminio total (mg/l) en el río Cruces sin NSCA (Río Cruces en Rucaco) considerando las tasas de crecimiento por cada criterio propuesto..... | 121 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 50. Parámetros químicos coincidentes entre la NCh409 y NSCA y su proyección de crecimiento a 10 años..... | 123 |
| Tabla 51. Parámetros de la NSCA y sus umbrales máximos de concentración por cultivo en la cuenca del río Valdivia. +=efecto positivo sobre los cultivos | 124 |
| Tabla 52. Estimación de efectos de la calidad del agua sobre la producción agrícola en la Comuna de Mariquina (Río Cruces en Rucaco) | 126 |
| Tabla 53. Parámetros de la NSCA y sus umbrales máximos en los cultivos de salmonídeos de la cuenca del río Valdivia. RV = río Valdivia en bahía Corral; SNCA = Río Cruces en la confluencia con el río Calle Calle | 128 |
| Tabla 54. Estimación de efectos de la calidad del agua sobre la producción acuícola en la Comuna de Valdivia (río Valdivia - Transbordador). Color plomo denota efectos crónicos, color rojo denota efectos agudos. | 129 |
| Tabla 55. Niveles de sensibilidad aguda y crónica de alevines y smolt expuestos a aluminio y hierro. | 129 |
| Tabla 56. Resumen de estudios nacionales e internacionales de valorización económica | 140 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Elementos biofísicos para la definición de unidades ambientalmente homogéneas..... | 19 |
| Figura 2. Modelo de valorización total para unidades de integración..... | 21 |
| Figura 3. Marco conceptual para la evaluación y valoración de funciones, bienes y servicios ecosistémicos (De Groot et al., 2002). | 52 |
| Figura 4. Ubicación espacial de las áreas de relevancia ambiental..... | 54 |
| Figura 5. Distribución espacial de estaciones de monitoreo DGA en la cuenca del río Valdivia. Los polígonos en colores corresponden a las microcuencas que drenan a los puntos de las estaciones de muestreo de la DGA..... | 66 |
| Figura 6. Distribución espacial de estaciones de monitoreo incluidas en las áreas de vigilancia para la NSCA en la cuenca del río Valdivia. Los polígonos en colores corresponden a las microcuencas que drenan a los puntos de las estaciones de muestreo de la DGA..... | 67 |
| Figura 7. Relación teórica entre NSCA- fósforo total y su efecto sobre el servicio ecosistémico Turismo..... | 68 |
| Figura 8. Distribución de industrias en la cuenca del río Valdivia por sector productivo. | 76 |
| Figura 9. Ubicación geográfica industria acuícola en la cuenca del río Valdivia. | 78 |
| Figura 10. Ubicación geográfica industria forestal en la cuenca del río Valdivia..... | 80 |
| Figura 11. Ubicación geográfica industria agropecuaria en la cuenca del río Valdivia | 82 |
| Figura 12. Ubicación geográfica de industria sanitaria en la cuenca del río Valdivia.. | 84 |
| Figura 13. Ubicación geográfica industria energética cuenca del río Valdivia..... | 85 |
| Figura 14. Ubicación geográfica otras industrias en la cuenca del río Valdivia..... | 87 |
| Figura 15. Porcentajes de superficies cultivadas para todas las comunas presentes en la cuenca del río Valdivia..... | 88 |
| Figura 16. Porcentajes comunales de plantaciones forestales (superficies) en la cuenca del río Valdivia. | 93 |
| Figura 17. Porcentajes de ganado a nivel comunal presentes en la cuenca del río Valdivia..... | 95 |
| Figura 18. Estadísticas generales de la disponibilidad de agua en la cuenca del río Valdivia..... | 104 |
| Figura 19. Calidad de agua de los cursos hídricos presentes en la cuenca del río Valdivia y expresión cartográfica del índice WQI entre estaciones de monitoreo | 110 |



| | |
|---|-----|
| Figura 20. Ubicación espacial de humedales en la cuenca del río Valdivia. | 111 |
| Figura 21. Ubicación espacial de zonas turísticas en la cuenca del río Valdivia. | 114 |
| Figura 22. Número de turistas por unidad de área presentes en las principales áreas turísticas de la cuenca del río Valdivia. | 115 |
| Figura 23. Flujo metodológico de la relación entre servicios ecosistémicos versus NSCA. | 117 |
| Figura 24. Tasas de crecimiento de las diferentes actividades productivas en la Cuenca del río Valdivia. | 118 |
| Figura 25. Curvas de variación de parámetros químicos en Río Cruces – Rucaco de la Cuenca del río Valdivia. | 119 |
| Figura 26. Curvas de variación de parámetros químicos en Río Valdivia – Transbordador (CA) de la Cuenca del río Valdivia. | 120 |

1 RESUMEN EJECUTIVO

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha considerado necesario generar mayores antecedentes respecto de los servicios ecosistémicos prestados por la cuenca del río Valdivia y su relación con la mejora de la calidad de las aguas, cuyos antecedentes permitirán estimar los beneficios producto de la implementación de la Norma Secundaria de Calidad de Agua, que actualmente se encuentra como Anteproyecto de norma para dicha cuenca, y que apoyará al AGIES.

Los servicios ecosistémicos se definen de muchas formas, entre las más aceptadas están las que los definen como aquellos beneficios tangibles e intangibles que las personas obtienen de los ecosistemas. Comúnmente se les clasifica en cuatro categorías: de Provisión, Regulación, Soporte y Cultural. Muchos servicios ecosistémicos son fundamentales para la supervivencia humana, como la provisión de alimento y regulación del aire, entre otros. En consecuencia, la pérdida de biodiversidad, la degradación de los ecosistemas y la consiguiente reducción de los servicios ecosistémicos, son vistos como los principales obstáculos para el logro de los objetivos del desarrollo sustentable.

La incorporación progresiva de los servicios ecosistémicos en las políticas de conservación de ecosistemas y biodiversidad, han incrementado la demanda por demostrar el valor del capital natural con la finalidad de justificar las inversiones en pro de la conservación. Debido a esto, resulta primordial entender, identificar, cuantificar y localizar espacialmente los beneficios recibidos de los ecosistemas, y asignar valores convincentes a esos beneficios.

El presente estudio tiene por objetivos: a) Identificar los servicios ecosistémicos asociados al agua provistos en la cuenca del río Valdivia, b) Cuantificar los servicios ecosistémicos identificados en la cuenca del río Valdivia. c) Presentar valores de referencia en concentración (parámetros normados), que determinan el nivel de alteración, degradación y/o pérdida de algún servicio ecosistémico en la cuenca. D) Recopilar valores económicos locales de servicios ecosistémicos realizados en la cuenca del río Valdivia.

La metodología comprende tres etapas. En primer lugar se realizará una valoración territorial y detectar áreas de gran valor ambiental. Para el Valor Territorial se empleó la metodología propuesta por Gómez-Orea (1999). Para la determinación de las áreas de alto valor ambiental, se procedió a la recopilación y consulta de bases cartográficas

disponibles a nivel nacional y vinculadas a temáticas de biodiversidad, Áreas Silvestres Protegidas, Sitios Prioritarios para la Conservación, entre otros. En segundo lugar se realizará la identificación y cuantificación de servicios ecosistémicos considerando la definición conceptual elaborado por Milenium Ecosystem Assesment (MEA, 2005), el cual define los servicios ecosistémicos de manera amplia y que incluye servicios intermedios y finales, beneficios y procesos. Y en tercer lugar, se establecerá la relación de la NSCA y si mantienen o no los distintos servicios ecosistémicos.

Los principales resultados indican que se identificaron un total de 33 servicios ecosistémicos en la cuenca del río Valdivia, de los cuales 14 (42,42%) corresponden a servicios de provisión, 6 (18,18%) de regulación, 8 (24,24%) culturales y 5 (15,15%) de soporte. A partir de estos servicios ecosistémicos, se realizó una clasificación resultando en 3 tipos de servicios: Provisión, Regulación y Cultural. Otro resultado importante se relaciona con el grado de protección de la NSCA sobre los servicios ecosistémicos presentes en la cuenca del río Valdivia que sustentan diversas actividades económicas. Los resultados indican que los valores proyectados de parámetros de la NSCA, y que son críticos para las actividades económico-productivas, están en su mayoría por debajo de los valores de los mismos parámetros que establece la Nch 1.333, Nch 409 y el DS 90 para diferentes usos, y por ende están protegiendo los servicios ecosistémicos asociados al recurso hídrico de la cuenca del río Valdivia.

En conclusión la calidad del agua no representa un riesgo para las actividades económico-productivas de acuerdo a los valores proyectados en el tiempo de los parámetros propuestos en la NSCA.

2 INTRODUCCIÓN

Los servicios ecosistémicos han sido definidos por la UICN (2005) como aquellos beneficios que obtienen las personas del ecosistema, tanto productos tangibles (madera, alimento) como también intangibles (regulación de la contaminación, prevención de la erosión y/o la purificación del agua). ESA (2008) (Ecological Society of North America) por su parte, define servicios ambientales como, procesos mediante los cuales el ambiente produce recursos que los seres humanos usan para su subsistencia. Recientemente los servicios ecosistémicos han sido clasificados en cuatro categorías principales, esto es: servicios de provisión, regulación, soporte y culturales (MEA, 2005). Así, muchos de estos servicios son fundamentales para la supervivencia humana como, por ejemplo, el suministro de alimentos, regulación del clima, purificación del aire, entre otros. Por esta razón, la pérdida de biodiversidad, la degradación de los ecosistemas y la consiguiente reducción de los servicios ecosistémicos, son vistos como los principales obstáculos para el logro de los objetivos del desarrollo sustentable (Mertz et al., 2007).

A pesar de la importancia de los servicios ecosistémicos, de los avances logrados en términos de conservación, del número creciente de estudios de cómo los ecosistemas proveen estos servicios y los métodos propuestos para obtener sus valores económicos, la incorporación del concepto de servicio ecosistémico y el entendimiento de éste a nivel público y privado, ha sido lenta y compleja. Esta dificultad se relaciona con factores de diversa naturaleza, donde la razón fundamental parece ser la escasa caracterización de los flujos de servicios ecosistémicos, en términos biofísicos y económicos a una escala local o regional que sea de mayor utilidad para apoyar la formulación de políticas, y la toma de decisiones en cuanto a conservación y gestión de recursos naturales (Adenkunle et al., 2006; Barsev, 2002; UICN, 2005).

Desde el punto de vista económico, los servicios ecosistémicos son externalidades positivas generadas por la protección y conservación de la biodiversidad y los recursos naturales. Por tanto, estos beneficios valen, en la medida que sirvan al hombre. Existen otras visiones menos utilitaristas, las cuales sostienen que aunque útil para el hombre, el servicio igualmente tiene un valor intrínseco. Esto significa en la práctica reconocer un valor de no uso, visión que aún predomina en algunas comunidades tradicionales y pueblos originarios.

La incorporación progresiva de los servicios ecosistémicos en las políticas de conservación de ecosistemas y biodiversidad, han incrementado la demanda por demostrar el valor del capital natural con la finalidad de justificar las inversiones en pro de la conservación. Entonces, con la finalidad de comprender de manera integral la urgente necesidad de conservar los ecosistemas, resulta primordial entender, identificar, cuantificar y localizar espacialmente los beneficios recibidos de los ecosistemas, y asignar valores convincentes a esos beneficios (PEER, 2011).

Evaluar el *stock*, flujo y distribución espacial de los beneficios derivados de algún servicio ecosistémico clave, y determinar sus modificaciones en el tiempo, permitirá comprender cómo el cambio de uso del suelo (a escalas espaciales y temporales) pudiese alterar los procesos naturales y por ende la provisión de tales bienes y servicios. Este tipo de estudios proporcionarán nuevos conocimientos respecto a conservación y planificación a escala de paisaje. Una evaluación espacial de servicios ecosistémicos facilitará la identificación de aquellas áreas que proporcionan mayores beneficios con la finalidad de conseguir una eficiente focalización de los esfuerzos en pro de la conservación y el desarrollo sustentable. Unido a ello, permitirá identificar a los proveedores de estos servicios, siendo éste un aspecto fundamental en el diseño de mecanismos de incentivos más eficientes y equitativos para apoyar las iniciativas de conservación y gestión de recursos naturales (Marin et al., 2006).

En comparación con otros países de América Latina y el Caribe, en Chile la investigación sobre los aspectos ecológicos, económicos e institucionales respecto a servicios ecosistémicos es todavía muy escasa. Existen contribuciones locales recientes en torno a marcos conceptuales y evaluaciones físicas y de valoración económica de servicios específicos, entre éstas destacan Núñez (2008), Meynard et al. (2007), Nahuelhual et al. (2007), Nahuelhual et al. (2008) y Lara & Echeverría. (2007).

Dado que los servicios ecosistémicos son el resultado de interacciones sociales y ecológicas, la oferta y la demanda de estos servicios depende de las funciones sociales y ecológicas que los subyacen. Por lo tanto, para la identificación y cuantificación de servicios ecosistémicos se deben tener en consideración tanto aspectos sociales como económicos los cuales determinan las evaluaciones ambientales y los procesos de decisión (Fisher & Turner, 2008).



Hoy en día, los procesos de evaluación de NSCA (Normas Secundarias de Calidad Ambiental) y de toma de decisiones subestiman o ignoran el valor de los servicios de los ecosistemas, dado que en su mayoría éstos carecen de precios de mercado que les pudiesen hacer comparables a otros productos (ej.: madera), y a menudo, estos servicios no han sido debidamente cuantificados en sus valores físicos y económicos, dándoles escasa importancia en la formulación de políticas públicas e inversiones privadas (Fisher et al., 2009). A ello se suma la dificultad del ejercicio de valoración de servicios ecosistémicos ante la existencia de diferentes enfoques y disciplinas que los abordan. Por otra parte, la evaluación y valoración de los servicios ambientales debe considerar desde sus inicios tanto los valores que se le otorgan directamente a la utilización de los ecosistemas (valores de uso) como los valores de existencia, es decir, valorar los servicios que presta el ecosistema aunque el recurso exista y nunca sea utilizado directamente (Wallace, 2007).

Dado que las funciones de los ecosistemas no se proveen en forma independiente, sino como una compleja matriz de múltiples beneficios, a fin de incorporar el concepto de sustentabilidad, los "trade-offs" y los conflictos entre diferentes servicios, éstos deben ser evaluados en términos de la escala espacial, temporal y la reversibilidad de éstos, considerando el uso eficiente del espacio y la distribución equitativa de los beneficios, incluyendo en este análisis la cantidad y el arreglo espacial mínimo para asegurar la provisión de servicios ecosistémicos críticos, lo cual depende principalmente de la planificación del territorio (Universidad de Chile, 2010).

Finalmente, la identificación y cuantificación de servicios ecosistémicos es una forma eficaz de reflexionar sobre las ventajas y desventajas de los distintos usos alternativos dados al territorio y a los recursos naturales específicos (MEA, 2005; Cowling et al., 2007).

En este contexto, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) estima necesario generar mayores antecedentes respecto de los servicios ecosistémicos prestados por la cuenca del río Valdivia y su relación con la mejora de la calidad de las aguas, antecedentes que permitirán estimar los beneficios producto de la implementación de la Norma establecida en el borrador de Anteproyecto.

3 OBJETIVO GENERAL

Identificar y cuantificar servicios ecosistémicos provistos por la cuenca del río Valdivia para apoyar la evaluación de beneficios del AGIES (Análisis General de Impacto Económico y Social) de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la protección de las aguas de la cuenca del río Valdivia.

3.1 Objetivos Específicos

1. Identificar los servicios ecosistémicos asociados al agua provistos en la cuenca del río Valdivia.
2. Cuantificar los servicios ecosistémicos identificados en la cuenca del río Valdivia.
3. Presentar valores de referencia en concentración (parámetros normados), que determinan el nivel de alteración, degradación y/o pérdida de algún servicio ecosistémico en la cuenca.
4. Recopilar valores económicos locales de servicios ecosistémicos realizados en la cuenca del río Valdivia.



4 METODOLOGÍA

Marco general de la metodología empleada

La metodología utilizada en el presente estudio posee ciertas restricciones de aproximación y marco conceptual para comprender de mejor forma los resultados obtenidos. De esta manera, se han clasificado en tres áreas las metodologías que a continuación se detallan:

➤ **Valoración Territorial y áreas de alto valor ambiental**

Para la determinación del valor territorial se utilizó la metodología propuesta por Gómez-Orea (1999). La escala espacial empleada para el análisis territorial del valor ecológico, cultural, productivo y paisajístico de la cuenca del río Valdivia fue 1:50.000. Este fue el máximo nivel de análisis espacial que se consideró, dada por la magnitud del estudio y porque que no existe información más detallada del área en cuestión.

En cuanto a la determinación de las áreas de alto valor ambiental, se procedió a la recopilación y consulta de bases cartográficas disponibles a nivel nacional y vinculadas a temáticas de biodiversidad, Áreas Silvestres Protegidas, Sitios Prioritarios para la Conservación, entre otros. Posteriormente, estas coberturas fueron integradas en una base de datos espacial a través del software SIG ArcGis para otorgarles expresión cartográfica y conocer su ubicación y relación con el componente hídrico.

➤ **Identificación y cuantificación de servicios ecosistémicos**

La identificación, selección y cuantificación de servicios ecosistémicos se llevó a cabo considerando el marco conceptual elaborado por Milenium Ecosystem Assesment (MEA, 2005), el cual define los servicios ecosistémicos de manera amplia y que incluye servicios intermedios y finales, beneficios y procesos.

➤ **Relación Norma Secundaria de Calidad de Agua y servicio ecosistémico**

El análisis incluye la utilización de las bases de datos disponibles de la DGA y supone la mantención de los caudales, excluyendo la disminución por uso hidroeléctrico, el aumento de los derechos de agua consuntivos y los efectos climáticos.

4.1 Valoración Territorial

4.1.1 Planificación Territorial

Cendrero (1988), distingue entre los términos planificación, ordenación y gestión, como etapas dentro de un proceso global e integrador de Planificación Territorial, definiéndolo como *"una actividad intelectual a través de la cual se analizan los factores físico-naturales y socio-económicos de un área geográfica, se determinan las formas de uso que se consideran idóneas para cada parte de la misma, se define su amplitud y localización y se establecen las normas que han de regular el uso del territorio y de los recursos en dicha área"*. Así, planificación es la etapa de análisis, diagnóstico y recomendaciones; ordenación corresponde a la etapa de establecimiento de normativa sobre la base anterior; y la etapa de implantación, seguimiento y control de las actividades o usos del territorio, constituye la fase de gestión.

4.1.2 Niveles de la Planificación Territorial

La envergadura espacial que tiene un estudio de planificación territorial, influye en la definición de los objetivos o los productos que se quieren conseguir, especialmente en el nivel de detalle de la información proveniente de los elementos del medio, y de la profundidad de las estrategias de gestión a proponer. Otro aspecto importante es la evaluación de los recursos económicos y de tiempo, que normalmente son restrictivos en la ejecución de estos trabajos (Gómez-Orea, 2007).

De acuerdo a Aguiló et. al. (1998) y González-Alonso (1998), se diferencian cuatro niveles en los estudios de planificación territorial (macro, meso, anteproyecto y proyecto), según los objetivos buscados y la traducción de éstos en la inventariación. Para Cendrero (1988), los diferentes niveles varían de acuerdo a la estructura administrativa de cada país, cada uno de éstos con objetivos distintos y problemas diferentes, por lo cual la aplicación de metodologías e instrumentos de análisis también son distintos (Gómez-Orea, 2007).

El nivel más habitual para trabajar en los estudios de planificación física con base ecológica corresponde a "meso" el cual posee las siguientes características:

Informe Final: *Identificación, Cuantificación y Recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del Río Valdivia*

- Los objetivos tienen que ser claros y estar bien fijados con antelación, para poder llegar a determinar cuáles son las decisiones que se deben tomar y el tipo de información que hace falta.
- El ámbito territorial que abarca este nivel es amplio; generalmente puede variar desde provincial hasta el de término municipal.
- Los datos físicos y biológicos que se manejan corresponden a un número bastante elevado de variables; unas provienen de la fase de recopilación de información, otras se deducen directamente de la interpretación de planos topográficos, y las restantes provienen de la toma de datos y del trabajo de campo que se realiza en la etapa de inventariación.
- Las variables medioambientales que se contemplan están en función de los objetivos propuestos; sin embargo, es necesario considerar otras características tales como las circunstancias del territorio, la superficie del área de estudio, limitaciones económicas, de tiempo, de accesibilidad, entre otras.
- La escala gráfica suele oscilar entre 1:200.000 y 1:50.000, en función de las características de la zona, los objetivos a estudiar y la superficie. En este nivel se permite detectar la localización más idónea de las actividades definidas, mediante el estudio de las aptitudes y de los impactos, para tomar decisiones en este ámbito.
- Es necesaria la creación de mapas temáticos o soportes gráficos.
- Es necesaria la creación de una base de datos para el almacenamiento y manejo de los mismos.
- Se recomienda un estudio previo en una zona piloto de pequeña extensión, para validar la metodología y luego ser extrapolada a toda la zona del estudio.

4.1.3 Modelos de Planificación Territorial

➤ Modelos según el desarrollo metodológico

Esta clasificación es especialmente importante respecto a su aplicación metodológica. De acuerdo a este criterio, los modelos pueden dividirse en aquellos basados en el estudio de elementos útiles o significativos, también llamado enfoque analítico o paramétrico, y en los que permiten determinar Unidades Ambientales Homogéneas, llamados también sintéticos.

➤ Modelos basados en la definición de Unidades Ambientales Homogéneas (UAH)

Su objetivo es identificar áreas de comportamiento uniforme frente a diversas posibilidades de actuación, o simplemente homogéneas *in se*. La delimitación de estas áreas se realiza a través de una serie de elementos o características concurrentes que se replican en el área de estudio; la partición en áreas homogéneas puede hacerse intuitivamente o mediante técnicas apropiadas. Los criterios pueden ser dispares de acuerdo al área de estudio; sin embargo, uno de los criterios generales es considerar la geomorfología y la vegetación como elementos de análisis.

➤ Unidades Ambientales Homogéneas.

Considerando la clasificación anterior, la definición de UAH, deriva de un tipo de modelo de planificación física considerando el desarrollo metodológico de procedimientos integrados. La identificación de UAH no siempre es posible, ni tampoco necesaria. Sin embargo, la partición de un territorio en UAH, puede ser la base para la ejecución de una planificación territorial, la cual normalmente es aplicada respecto a un cierto número de actuaciones, o incluso a una sola actuación, lo que simplificaría el modelo.

Las UAH pueden determinarse en forma simplificada, como resultado de un estudio zonificado de variables concretas, como por ejemplo unidades edafológicas, hidrográficas vegetacionales, entre otras, generando así áreas homogéneas que equivaldrían a las unidades ambientales. Desde el punto de vista de las actividades productivas como la agrícola o forestal, pueden identificarse zonas con distintos niveles de productividad, las que podrían constituir de igual forma, unidades ambientales (Glaría, 1980).

➤ **Enfoque paisajístico o territorial**

Se fundamenta en los principios de la ordenación del territorio, considerando los espacios naturales o seminaturales. El enfoque paisajístico define unidades territoriales a partir del análisis de determinadas características físicas que aparecen simultáneamente y se repiten en el área de estudio. Es decir, se trata de unidades homogéneas permanentes en el tiempo. De los enfoques para definir UAH, la mayor parte de los estudios de planificación territorial se basan en el enfoque paisajístico o territorial, debido a que las unidades así definidas constituyen áreas cuyos elementos biofísicos son similares entre sí y además conforman unidades de gestión. En el nivel de planificación "meso", es decir, en el ámbito territorial de ecosistemas forestales regionales, especialmente con existencia de bosques naturales, es recomendable para la definición de unidades homogéneas, la consideración de las siguientes variables combinadas con las técnicas arriba señaladas (Figura 1):

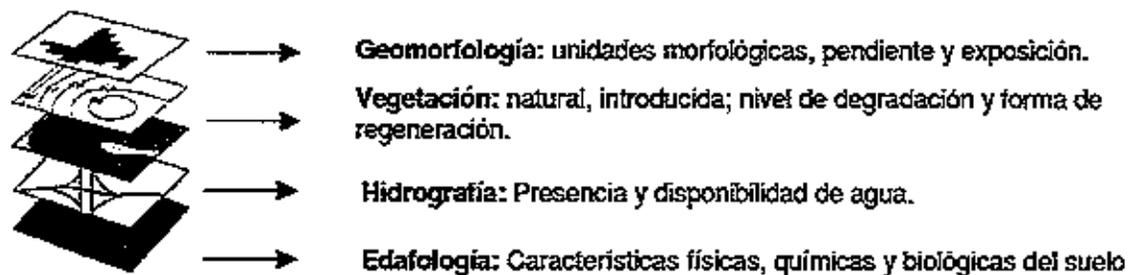


Figura 1. Elementos biofísicos para la definición de unidades ambientalmente homogéneas.

4.1.4 Identificación de Unidades Ambientales Homogéneas

Las unidades seleccionadas en la cuenca del río Valdivia están basadas en el uso actual del suelo, el cual se compone principalmente por bosque nativo, cursos y masas de agua, plantaciones forestales y otros usos agrícolas como praderas y cultivos varios. Todas áreas con distintos niveles de productividad, característicos e individuales que los hacen únicos desde la perspectiva territorial de acuerdo a Glaria (1980) y Gómez-Orea (1999).

➤ **Materiales cartográficos empleados para el análisis**

La base cartográfica utilizada consideró las coberturas vectoriales del Catastro Nacional de los Recursos Vegetacionales de Chile, obtenida a partir del servicio web-mapping de la Corporación Nacional Forestal (CONAF et al., 1999). Junto a esta fuente de

información se revisaron, analizaron y depuraron las bases de datos digitales del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), las coberturas geográficas del Sistema Nacional de Información Territorial de Chile (SNIT), se procesó y analizó una imagen satelital LANDSAT ETM+ del área de estudio, se utilizó el modelo de elevación digital de la NASA (LSTRM), las coberturas del Centro de Investigación de Los Recursos Naturales de Chile (CIREN, 2003) y otras coberturas espaciales de propiedad del Ministerio del Medioambiente de Chile. La base geodésica se basó en la proyección cartográfica UTM (Universal Transversal de Mercator) con elipsoide y Datum WGS-84 homologable al proyecto SIRGAS para Chile en Huso 18 sur.

La integración de las variables del medio físico requirió de la depuración de las bases de datos alfanuméricas y la reducción, vía agrupamiento de atributos espaciales, de la información relativa a los usos actuales del suelo. Las unidades de integración resultantes, posteriormente permitieron determinar las UAH.

La selección de las UAH se basó en el criterio de máxima superficie productiva por uso actual del suelo, esto es, la identificación de aquellos usos de suelo que aparecen como más importantes en la producción de bienes y servicios ambientales dentro del área de estudio, que en este caso corresponde la cuenca del río Valdivia.

4.1.5 Cálculo del Valor Territorial

4.1.5.1 Unidades Ambientales Homogéneas como Unidades de Integración

Las UAH pasan a convertirse en unidades de integración cuando son consideradas como unidades operativas de gestión, es decir, sobre cada una de ellas se van a tomar decisiones materializadas en la realización de actividades. La descripción de las unidades de integración puede ser en base a su valor; este concepto es entendido como el grado de excelencia o méritos para conservar una unidad de integración en la situación en que se encuentra, ya sea por razones intrínsecas o por condiciones del medio (Gómez-Orea, 1999). Este valor puede ser analizado en forma integrada para cada unidad a partir de su valor ecológico, paisajístico, productivo y social (Figura 2).

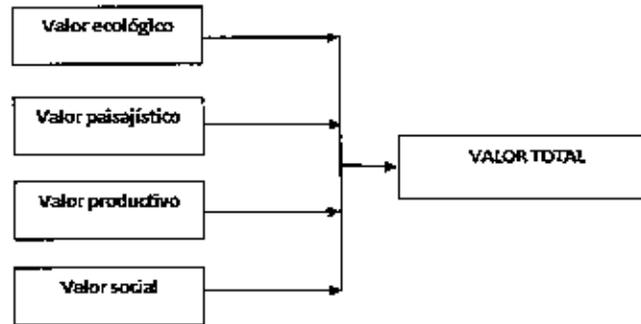


Figura 2. Modelo de valorización total para unidades de integración.

4.1.5.2 Modelo de Valor Territorial

La Valoración del Territorio se efectuó bajo la metodología de Gómez-Orea (1999), la cual comprende cuatro vectores o valores constituyentes, cada uno analizado en forma individual, pero que finalmente se integran en un solo modelo. Los valores bajo análisis fueron:

- *Valor Ecológico:* Méritos de carácter ecológico como biodiversidad, integridad, evolución, rareza, representación, tamaño, etc. Incluye el grado de contaminación en sentido físico y biológico (presencia de flora y fauna exótica).
- *Valor Paisajístico:* Excelencia plástica, olfativa o táctil de la unidad, evidenciados por indicadores de percepción sensorial: positivos (complejidad de la textura, presencia de agua limpia y corriente, coloridos, ruidos naturales, posibilidad de observar animales silvestres, etc.), y negativos (suciedad, presencia de instalaciones discordantes, ruidos desagradables, etc.).
- *Valor Productivo:* Expresión de la capacidad de la unidad como recurso y/o potencial de biomasa, lo cual se asocia a la presencia de microclimas favorables, calidad de suelos, disponibilidad de agua, además de la presencia de infraestructuras de producción.
- *Valor Social:* corresponde a un valor otorgado por la población local a una unidad territorial de servicio o uso comunitario.

Finalmente, todos estos vectores fueron integrados en un modelo general llamado **Valor Total del Territorio (VTT)**, que se señala a continuación:

$$VTT = VE + VP_a + VP_r + VS$$

en donde:

- VT:** Valor Total del Territorio
- VE:** Valor Ecológico
- VP_a:** Valor Paisajístico
- VP_r:** Valor Productivo
- VS:** Valor Social

La Tabla 1, muestra los vectores y los atributos definidos para cada valor por el panel de expertos, basado en el análisis del estado del arte de la cuenca del río Valdivia.

Tabla 1. Atributos definidos según los vectores de valoración.

| VALORES o VECTORES | ATRIBUTOS | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Valor Ecológico | Riqueza | Singularidad | Endemismo | Agua (Cantidad Calidad) | --- |
| Valor Social | Cultural | Científico (sitios hist., asentam.) | Población (origen, niv.ed.) | --- | --- |
| Valor Productivo | Aptitud del suelo | Artificialización de los ecosistemas | Biomasa | Agua (Cantidad Calidad) | --- |
| Valor Paisajístico | Antropización | Contraste visual | Complejidad Topográfica | Color | Agua (Cantidad Calidad) |

4.1.5.3 Criterios en la identificación y selección de atributos

➤ Valor Ecológico

Para este valor, la elección de sus atributos estuvo dada principalmente porque el recurso bosque nativo y cuerpos de agua influyen positivamente en el endemismo, riqueza de especies, singularidad y cantidad de agua. Representan hábitats idóneos para desarrollo de la biota (heterogeneidad espacial, naturalidad), inversamente al efecto que causan los terrenos agrícolas, praderas y plantaciones exóticas, que inciden negativamente en la biodiversidad por la uniformidad de hábitat presente en ellos.

➤ Valor Social

Se determinó que el aspecto cultural-científico y el valor del bosque están referidos al uso histórico que se le ha dado, considerando así el efecto antrópico como principal modelador de las unidades de integración definidas. El bosque nativo en conjunto con los cuerpos de agua representa un alto valor dado que las sociedades se han desarrollado históricamente gracias al uso que le asignan a dichos recursos. La calidad y cantidad de agua como atributo del valor social no fue incorporada en la evaluación de este eje, dado que se hace una valoración esencialmente entorno a aspectos inherentes de la población como origen, nivel educacional, pobreza; aspectos científicos-culturales como sitios históricos y actividades de organizaciones socio-comunitarias en el área. Sin embargo, la valoración del agua fue realizada como Unidad Ambiental Homogénea y su vínculo con la población.

➤ Valor Productivo

El valor productivo del territorio se concentra especialmente en el bosque nativo como productor de biomasa y proveedor de agua. Las plantaciones exóticas, praderas, terrenos agrícolas y humedales son grandes productoras de biomasa, por lo cual incrementan la productividad total.

➤ Valor Paisajístico

Finalmente, los criterios considerados para determinar el valor paisajístico tienen relación con que el bosque nativo, en conjunto con los cuerpos de agua y humedales, otorgan un alto valor al paisaje, ya que son elementos causantes de un gran contraste visual y complejidad paisajísticas, y porque presentan bajos valores de antropización. Las plantaciones exóticas, las praderas y matorrales, las tierras agrícolas disminuyen el valor del paisaje debido a su alto grado de antropización y uniformidad paisajística.

4.1.5.4 Ponderación de atributos

Del análisis anterior, cada atributo correspondiente a los vectores fue valorado en una escala de 1 a 3 y ponderado según la asignación de cada experto, siguiendo la metodología propuesta por Ramos (1979). Así, el valor de cada vector se estimó a través de un modelo lineal que consideró cada atributo señalado (Tabla 2).

Tabla 2. Ecuaciones y ponderaciones empleadas en el cálculo de los vectores de valoración y el Valor Total del Territorio.

| Valor | Fórmula |
|--------------|---|
| Ecológico | $0,2*riq.+0,2*sing.+0,2*end.+0,4*c.c.agua$ |
| Social | $0,35*cul.+0,3*cient.+0,35*uso.tierra$ |
| Productivo | $0,2*apt.suelo+0,2*art.ecoslst.+0,2*blom.+0,4*c.c.agua$ |
| Paisajístico | $0,1*ant.+0,15*cont.vis.+0,25*comp.topo.+0,3*col.+0,2*c.c.agua$ |
| VTT | $0,25*V.Eco.+0,25*V.Soc.+0,25*V.Prod.+0,25*V.Paisaj.$ |

Finalmente cada valor estimado (1 a 3) fue transformado desde una escala numérica a una escala nominal cuyas categorías se señalan en la Tabla 3. Estos valores obtenidos fueron llevados a la base de datos geográfica reemplazando los atributos no espaciales de dicha base y que constituyen las unidades de integración originales, transformándolas a unidades ambientalmente homogéneas con expresión cartográfica.

Tabla 3. Rangos numéricos para la determinación del valor de las UAH y el valor total del territorio.

| Índice | Descripción | Categoría |
|--------|-------------|-----------|
| 1 | Bajo | 1 - 1,6 |
| 2 | Medio | 1,7 - 2,3 |
| 3 | Alto | 2,4 - 3,0 |

4.1.5.5 Justificación respecto a la ponderación de atributos

La ponderación se basó en el modelo de Ordenación propuesto por Ramos (1979), quienes indican que los expertos ponderarán luego del análisis de las condiciones actuales del área de estudio según valores:

- 1= Valor bajo
- 2= Valor medio
- 3= Valor alto

➤ Valor Ecológico

Las variables riqueza, singularidad y endemismo poseen cierto grado de correlación por ello se distribuye un 60% del valor en partes iguales, siendo el agua el valor más importante desde el punto ecológico, y específicamente la calidad, por ello alcanza un 40% del valor total.

La calidad natural del agua se refiere al conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que presenta en su estado natural, en los ríos, lagos, manantiales, en el suelo o en el mar (Conesa & Vítora, 1995). El agua no se encuentra naturalmente en estado puro y siempre contiene cierto número y cantidad de sustancias que provienen de diversas fuentes; la precipitación, su propia acción erosiva, el viento, su contacto con la atmósfera, entre otros. Y así, en las aguas que no han recibido vertidos artificiales se encuentran sólidos y coloides en suspensión (que afectan a la transparencia), sólidos disueltos (que se reflejan en la alcalinidad, pH, dureza, conductividad), oxígeno disuelto (que influye decisivamente en la vida acuática), lo cual constituye los caracteres y cualidades del agua.

➤ Valor Productivo

La economía local está fuertemente ligada al uso histórico del agua como fuente de riego para cultivos y reservorios, siendo éste el motivo de la alta ponderación. La contaminación del agua se refiere a la alteración de su calidad natural por la acción del hombre que hace que no sea parcial o totalmente adecuada para la aplicación o uso a que se destina. La productividad del agua se relaciona directamente con las distintas posibilidades de uso que pueda tener este recurso, normando como factor determinante la calidad que esta presenta. Es así como se dice que la calidad del agua no es un término absoluto sino, que tiene relación con el uso a que se destina; calidad para beber, calidad para riego, etc. Por consiguiente, el agua puede resultar no apta para cierto uso, pero puede ser perfectamente aplicable a otro; de ahí que se fijen criterios de calidad de agua según los usos (Conesa & Vítora, 1995). Interesa pues, conocer la calidad del agua aunque de modo distinto según el uso a que se destina. En consecuencia, la economía local está fuertemente ligada al uso histórico del agua como fuente de riego de cultivos y reservorio, por ello su alta ponderación.

- *Valor Productivo del Suelo:* La capacidad productiva agraria se define como la potencialidad inicial del suelo para producir una cierta cantidad de biomasa por superficie y unidad de tiempo. Este concepto responde a la productividad intrínseca del suelo (suelo poco o muy productivo) (Palma, 1998). Aunque la productividad depende, no sólo de la capacidad agraria, sino también de una explotación agrícola racional tecnificada, el principio adoptado es, que si las condiciones externas del suelo están presentes, la productividad teórica posible puede expresarse en función de las características intrínsecas del suelo, o sea, de su capacidad agraria.
- *Valor Productivo de la Biomasa:* El valor productivo de la vegetación corresponde principalmente a la capacidad que posee el recurso para originar distintos productos como son productos maderables (madera debobinable, aserrable y pulpable), productos no maderables (frutas, semillas, plantas medicinales, entre otros).
- *Valor Productivo de la Artificialización de los Ecosistemas:* El valor productivo del área fue determinado según la asignación de pesos a través del método de ordenación propuesto por Ramos (1979), y se consideran expertos quienes

ponderarán luego del análisis de las condiciones actuales del área de estudio relativas a su grado de antropización.

➤ **Valor Paisajístico**

Las variables más sensibles a la percepción humana sobre el medio físico permite la asignación de los porcentajes de valor, siendo el color la principal variable en tributar al valor total paisajístico, seguido de la composición topográfica, la calidad y cantidad de agua, esta última una variable que destaca en el área de estudio y haciéndola única.

- *Valor de la Complejidad:* Presencia de un accidente topográfico mayor o formas montañosas interesantes pero de poco dominio, hasta colinas suaves y ondulaciones en el terreno poco notorias.
- *Valor Paisajístico del Color:* combinaciones de color o contraste entre suelo, vegetación, rocas y agua. Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, vegetación, cerros y agua. Existe variación e intensidad en los colores y contrastes del suelo, vegetación, cerros y agua, pero no actúa como elemento dominante.
- *Valor Paisajístico de Antropización:* Condiciones relativas a alteraciones productos de actividades humanas que alteran el territorio y modifican el paisaje.
- *Valor del Agua:* Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas o grandes láminas de agua en reposo. Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje, con características bastante comunes en su recorrido y caudal. Disminuye su valor en torrentes, esteros y arroyos intermitentes en las diferentes estaciones del año, con poca variación del caudal. Pueden pasar en forma inapreciable o estar ausente.

➤ **Valor Social**

La alta presencia de pueblos originarios, específicamente comunidades Mapuches, permite asignar un valor alto desde el punto de vista cultural al igual que el uso de la tierra que es asignada por los habitantes locales, sin embargo, desde el punto de vista de la calidad del agua el análisis no permite identificar una alta integración para una alta valorización.



4.2 Áreas de relevancia ambiental asociadas al recurso hídrico

Complementario al análisis del valor territorial, resulta necesario incorporar áreas de relevancia ambiental, las cuales han sido identificadas y definidas por los organismos gubernamentales con participación en la gestión ambiental del territorio (Ministerio del Medio Ambiente, CONAF). La promulgación de estas áreas representan los esfuerzos por parte de las autoridades de asegurar la conservación del patrimonio natural, a través de diversos instrumentos tales como el SNASPE, cuerpos legales y normativos (Decretos Supremos, Resoluciones), estados de conservación de especies nativas, corredores biológicos, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, catastro de humedales, lineamientos y objetivos de la Estrategia Nacional y Regional de Biodiversidad, entre otros, entendiendo como principio fundamental que la biodiversidad total posee un valor intrínseco y, además, provee servicios ecosistémicos que regulan los procesos ecológicos y que proveen de beneficios al ser humano.

Con el propósito de identificar áreas de relevancia ambiental en la cuenca del río Valdivia, se recopiló información sobre la presencia de ecosistemas de importancia en aspectos de biodiversidad y conservación, que han conformado parte de las acciones para la protección ambiental a nivel nacional. De esta forma, se generaron mapas que permitieron la expresión espacial de estas áreas.

4.3 Identificación de Servicios Ecosistémicos en la Cuenca del Río Valdivia

4.3.1 Base Conceptual

Los ecosistemas corresponden a la unidad básica funcional de la ecología en las cuales resulta posible reconocer la constante interacción entre los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas que lo caracterizan (Odum, 2004). Como disciplina científica, el estudio de los ecosistemas se concentra en la descripción de los fenómenos biológicos desde la perspectiva sistémica (partes que interaccionan y por lo tanto se afectan), que siempre involucran tres variables que permiten el funcionamiento de estas unidades ecológicas:

- Flujos de energía
- Ciclos de nutrientes
- Generación de biomasa

En este contexto ecológico, los sistemas naturales proveen de numerosos servicios y/o beneficios a la sociedad humana que permiten su bienestar y prosperidad económica. Los servicios y/o beneficios van desde bienes tangibles (producción) a otros intangibles (regulación) por ejemplo, la producción de alimentos, regulación climática, regulación hídrica, entre otros. En un sentido amplio, los servicios ecosistémicos están referidos a las condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales contribuyen a sostener la vida humana (Daily, 1997). Por otro lado, Costanza et al. (1997) los define como aquellos beneficios que las poblaciones humanas reciben directa o indirectamente a partir de las funciones ecosistémicas siendo definidas como un set de procesos ecológicos en la estructura de un ecosistema (De Groot et al., 2002). Por lo tanto, la producción de un servicio ecosistémico dependerá de la estructura y de los procesos de un ecosistema. Cualquier factor que impacte el ecosistema afectará sus procesos como también el flujo de beneficios que estos ecosistemas generan para la sociedad (Costanza et al., 1997; Daily, 1997; De Groot et al., 2002).

A partir del marco conceptual propuesto por Millennium Ecosystem Assessment (2005), se ha podido establecer, de manera más explícita, la vinculación entre la forma como se proporciona un servicio y la forma en que la sociedad se beneficia (integración ecológica y económica de los ecosistemas), relacionándose función y servicio ecosistémico con beneficio en la sociedad. MEA (op.cit.) definió los servicios

ecosistémicos como los beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas. Esta definición incluyó tanto bienes (combustibles, productos medicinales, etc.) como servicios propiamente tales (captura de carbono, prevención de inundaciones, regulación hídrica). No obstante lo anterior, todavía existen numerosas definiciones y tipologías que dificultan el entendimiento de una definición clara y única del concepto de servicio ecosistémico. Actualmente, la conceptualización de servicio ecosistémico, función y beneficios son usadas con diferentes significados (Fisher et al., 2009).

Esta "confusión" conceptual puede generar un problema mayor cuando el objetivo es la valoración económica de los servicios ecosistémicos ya que estos podrían ser valorados en más de una ocasión, es decir, valorado en la etapa de proceso y posteriormente en la etapa del beneficio (concepto de "doble conteo"). La Tabla 4 muestra las diferentes definiciones y clasificaciones que se recogen de la literatura.

Tabla 4. Definición y clasificación de servicios ecosistémicos de acuerdo a Daily (1997), MEA (2005), Boyd & Banzhaf (2007), Fisher & Turner (2008) y Wallace (2007).

| Fuente | Daily (1997) | MEA (2005) | Boyd and Banzhaf (2007) | Fisher and Turner (2008) | Wallace (2007) |
|----------------------|---|--|--|--|---|
| Definición | Condiciones y procesos mediante los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los conforman sostienen la vida humana. | Beneficios que las personas obtienen desde los ecosistemas | Componentes de la naturaleza directamente consumidos, disfrutados o utilizados para el bienestar humano. | Beneficios que las personas obtienen desde los ecosistemas | Aspectos de los ecosistemas utilizados para el beneficio del ser humano |
| Clasificación | | Provisión, regulación, cultural y soporte. | Componentes intermedios, servicios y beneficios. | Procesos, servicios ecosistémicos, beneficios | Insumos abióticos, servicios intermedios, servicios finales, beneficios |

MEA (2005), clasifica los servicios y bienes ecosistémicos en cuatro categorías: Provisión, asociados a bienes o productos tangibles obtenidos desde los ecosistemas; Regulación, beneficios obtenidos de la regulación de procesos ecosistémicos complejos mediante los cuales se regulan las condiciones del ambiente; Cultural, beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas; y Soporte, que corresponden a los procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el flujo de servicios de provisión, de regulación y culturales.

Boyd & Banzhaf (2007), propone una clasificación funcional que facilita la cuantificación de las diferentes contribuciones de la naturaleza para el bienestar humano. Se consideran los servicios ecosistémicos como productos finales de la naturaleza y se diferencian de los componentes intermedios y beneficios. Ésta corresponde a una visión restringida a procesos ecológicos puros susceptibles de cuantificar.

Fisher and Turner (2008), sostiene que los servicios ecosistémicos pueden ser clasificados en tres niveles: procesos, servicios y beneficios. Como ejemplo, el agua y regulación de la erosión son considerados como servicios de regulación de acuerdo a la clasificación MEA (2005).

Wallace (2007), clasifica los servicios ecosistémicos en insumos abióticos (luz, nutrientes etc.), servicios intermedios (formación de suelo, ciclo de nutrientes etc.), servicios finales (regulación productividad primaria etc.) y beneficios (agua para riego, potable, electricidad alimento etc.).

Los principales problemas que se derivan de las distintas definiciones y clasificaciones de servicios ecosistémicos, es que algunas son más amplias que otras. Particularmente, la definición de MEA (2005), que define los servicios ecosistémicos como "*beneficios que las personas obtienen desde los ecosistemas*", incluye servicios intermedios y finales. Sin embargo, para los otros autores (mencionados previamente), los servicios son procesos de los ecosistemas que están relacionados con el bienestar y lo diferencian de los beneficios como el resultado de los servicios ecosistémicos y, por lo tanto, susceptibles de ser valorados económicamente. Por otro lado, la clasificación de servicio ecosistémico de acuerdo a MEA (op.cit.) no está claramente focalizada en los resultados finales que los servicios ecosistémicos proporcionan a las sociedades humanas, sino que incorpora procesos o servicios intermedios y beneficios, lo cual genera un mayor debate respecto de esto.

Finalmente y a pesar de las diversas conceptualizaciones existentes en la literatura, el presente estudio considera como marco conceptual en la identificación y cuantificación de los servicios ecosistémicos de la cuenca del río Valdivia, la definición y clasificación propuesta por MEA (2005), el cual define y clasifica de manera amplia servicio ecosistémico incluyendo tanto procesos, bienes, servicios intermedios y/o finales y beneficios.

4.3.2 Niveles seleccionados en el proceso de identificación de servicios ecosistémicos

4.3.2.1 Contexto General

En el proceso de identificación de los servicios ecosistémicos resulta idóneo recoger la mayor cantidad posible de percepciones y/o visiones que poseen los actores de la cuenca, sus recursos naturales y de los beneficios que ellos obtienen de los ecosistemas. Esto permite a los expertos ponderar de manera adecuada la importancia de cada uno de los atributos que se incorporan en el modelo de Valoración Total del Territorio (VTT).

4.3.2.2 Niveles

Una vez realizada la Valoración del Territorio, se procedió a la identificación de servicios ecosistémicos asociados a la cuenca del río Valdivia, la cual constó de cuatro niveles:

- *Ministerio del Medio Ambiente.* Respecto a la base de datos de los servicios ecosistémicos, esta corresponde a una recopilación realizada por el Ministerio del Medio Ambiente con la asistencia de los servicios públicos presentes a nivel regional, y vinculados a los ecosistemas acuáticos del Río Valdivia.
- *Panel de Expertos.* La identificación de servicios ecosistémicos para la cuenca del Río Valdivia por parte del grupo de expertos, se efectuó considerando la recopilación realizada por el Ministerio del Medio Ambiente, la Valoración Total del Territorio y la opinión del grupo de Expertos. Este grupo estuvo constituido esencialmente por el equipo de trabajo del proyecto, con un total de cinco profesionales de distintas áreas del conocimiento.
- *Funcionarios Públicos.* Estos grupos de consulta fueron sometidos a un cuestionario de preguntas cerradas y abiertas (ver Anexo 1.1). Participaron en

total 19 funcionarios públicos vinculados al GEF-SIRAP, Departamento de Medio Ambiente y Ornato, SECPLAN, SERNATUR y PRODESAL. Para la selección de dichos funcionarios, se consideraron los siguientes criterios:

- Áreas/comunas de gran valor ambiental y productivo de acuerdo los resultados de VTT.
 - Representatividad administrativa en el territorio e injerencia en la gestión de recursos naturales a nivel comunal.
- *Sociedad Civil.* Estos grupos de consulta también fueron sometidos a un cuestionario de preguntas cerradas y abiertas (Anexo 1.2). La encuesta se aplicó a cuatro personas en total. Para la selección de los miembros de la sociedad civil se siguieron los siguientes criterios:
- Áreas de gran valor ambiental y productivo.
 - Concentración poblacional urbana y rural.
 - Representatividad respecto al uso o relación con el territorio.

Tanto los funcionarios públicos como los participantes de la sociedad civil fueron seleccionados como actores claves de acuerdo al rol que estos juegan al interior de sus respectivos territorios administrativos.

4.3.2.3 Entrevista

Para la identificación de servicios ecosistémicos de la cuenca del río Valdivia se aplicó una entrevista personal tipo cuestionario estructurado de seis preguntas (ver Anexos 1.1 y 1.2), la cual incluye preguntas de tipo cerrado (en escala) y abiertas (Hernández et al., 1998), y que abarcan información general del encuestado. Las preguntas cerradas se caracterizan por presentar respuestas pauteadas, cuyo lector está condicionado a responder según lo planteado en las posibles alternativas (ej.: Si/No; asignación de valor o de escalas para un cierto objetivo de evaluación). Las preguntas abiertas, en cambio, permiten que la respuesta del encuestado sea libre y según sus propios criterios o parámetros. El cuestionario se presentó en formato papel, con las preguntas y espacios para anotar las respuestas.

En la etapa de construcción del cuestionario se siguieron las fases descritas en Briones (2003): (a) definición nominal de la variable a medir, (b) recopilación de variables a medir, (c) determinación de la puntuación dada a la valoración, (d) aplicación del



questionario provisional a una muestra apropiada (prueba piloto), (e) análisis de las variables utilizadas para eliminar las inadecuadas, (f) cálculo de la confiabilidad y validez del cuestionario. Se consideró la validez y seguridad, entendiéndose aquí por validez a la aptitud real del instrumento para obtener los datos y por seguridad, a la dada por el cuestionario en términos de proporcionar resultados iguales o similares, en sucesivas aplicaciones, a los mismos grupos y en situaciones parecidas, como también en grupos de distinta índole o intereses. Respecto a esto último, los cuestionarios fueron elaborados con ciertas variaciones en el lenguaje y estructura, tanto para los funcionarios públicos como para la sociedad civil, de manera tal de adaptar la intencionalidad de las preguntas al nivel de conocimiento y el modo de vinculación de los actores locales con el territorio.

En la Tabla 5, se presentan los integrantes del panel de expertos y sus áreas de especialidad, como también los grupos de consulta locales seleccionados a partir de los criterios mencionados anteriormente.

Tabla 5. Grupos de consulta y su vínculo al ámbito profesional

| Grupos de Consulta | Nombre | Área de pertinencia o especialidad | Comuna |
|------------------------------|---|--|-------------|
| Panel Expertos | David Figueroa | Limnología y Recursos Hídricos | |
| | Carlos Aguayo | Acuicultura | |
| | Paulo Valdivia | Limnología/Recursos Hídricos/Biodiversidad/Ecología | |
| | Francisco Encina | Ecotoxicología/Ecología/Recursos Hídricos | |
| Funcionarios Públicos | Carlos Espe | Ciencias Forestales/Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica | |
| | Natalia Campos | Coordinador Oficina Municipal Paisaje de la Conservación. GEF-SIRAP. Municipalidad de Los Lagos | Los Lagos |
| | Analia Pinoas | Encargada Fomento Productivo y Turismo. Municipalidad de Los Lagos | Los Lagos |
| | Carla Aravena | Encargado Asco, Ornato y Medio Ambiente. Unidad Territorial. Municipalidad de Los Lagos | Los Lagos |
| | Jorge Sanhueza | Encargado OMI. Municipalidad de Los Lagos | Los Lagos |
| | Francisco Soluaga | Encargado de Plan Regulador Urbano. Arquitecto. Municipalidad de Valdivia | Valdivia |
| | Solange Marvez | PRODESAL. Asesor Agrícola. Municipalidad de Valdivia | Valdivia |
| | Manuel López | PRODESAL. Técnico Asesor. Municipalidad de Valdivia. | Valdivia |
| | Carola Millalobos | Jefe Técnico Módulo 1. PRODESAL. Municipalidad de Valdivia | Valdivia |
| | Lesli Magness | Jefe Técnico Módulo 2. PRODESAL. Municipalidad de Valdivia. | Valdivia |
| | Iván Mera | Encargado de Desarrollo Rural. Municipalidad de Panguipulli | Panguipulli |
| | Pedro Burgos | Director de Turismo. Municipalidad de Panguipulli. | Panguipulli |
| | Cecilia Silva | Encargado de Proyectos vinculados al recurso hídrico. Departamento de Turismo. Municipalidad de Panguipulli. | Panguipulli |
| Daniela Rubilar | Asesor Unidad de Gestión Ambiental. Municipalidad de Panguipulli. | Panguipulli | |
| Sociedad Civil | Beatriz Chocun | Dirigente Rural Comunitario. Agrupación Coz-Coz. Panguipulli | Panguipulli |
| | Marta Trul-Trul | Habitante Local Mapuche, zona Lago Rihühue | Panguipulli |
| | Berito Millagón | Dirigente Rural Comunitario. Agrupación Coz-Coz. Panguipulli | Panguipulli |
| | Pedro Cardán | Agricultor. Dirigente ONG Frente Ambientalista Panguipulli y Presidente ONG Agrupación "Bosque Modelo". | Panguipulli |



4.3.3 Selección de servicios ecosistémicos asociados a los ecosistemas acuáticos de la cuenca del río Valdivia.

Luego del proceso de identificación, se efectuó la selección de servicios ecosistémicos de la cuenca del río Valdivia, cuyo procedimiento constó de cuatro criterios:

- **Cartografiables:** que tengan representación geográfica.
- **Cuantificables:** que posean indicador y unidad de medida.
- **Vinculación al recurso hídrico:** que sean servicios provistos por el agua esencialmente.
- **Que no pertenezcan a aquellos clasificados como de soporte:** los servicios de soporte son complejos de cuantificar y pudiese con ellos cometerse el error del "doble conteo" de servicios ecosistémicos.

4.4 Cuantificación de servicios ecosistémicos asociados a la cuenca del río Valdivia

Posterior al proceso de identificación y selección de servicios ecosistémicos, se establecieron los indicadores para cuantificar los servicios de acuerdo a la propuesta de PEER (2011). Estos autores, sugieren distintos indicadores para la cuantificación de distintos tipos de servicios ecosistémicos, como se muestra la Tabla 6:

Tabla 6. Indicadores y unidades de medición empleados en la cuantificación de los servicios ecosistémicos seleccionados.

| Tipo | Subtipo | Indicador de Medición | Unidad de Medición | Fuente |
|------------|--|--|---|---|
| Provisión | Agua Potable | Consumo de agua por habitante | m ³ /persona-año | Compendio Estadístico, sección Estadísticas del Medio Ambiente (INE, 2011) |
| | | Disponibilidad de agua por habitante | m ³ /persona-año | Base de datos DGA - SISIS |
| | Uso Agrícola | Superficie bajo riego | Km ² | Censo Silvo-Agropecuario 2007 (actualizado al 2010) (paralelo 40°S, XIV región) |
| | Acuicultura | Agua para producción Acuícola | m ³ /ton-año | Resolución 1449/2009 - SERNAPESCA |
| | Generación Hidroeléctrica | Producción de Energía Eléctrica | GWh/año | Indicadores Estadísticos - Generación Anual de Energía Eléctrica anual por región - INE (2011) |
| | Reservas de agua dulce | Volumen de agua total en Lagos de la cuenca del río Valdivia | Km ³ | Recopilación de Estudios Limnológicos - Base de Datos DGA (2010) |
| Regulación | Depuración y Regulación de Contaminantes | Calidad de agua | WQI y N°tramos con rangos de calidad de agua | Debels et al. (2005) |
| | *HUMEDALES: Biodiversidad, provisión y regulación de agua. | Superficie | Km ² | Catastro de Humedales, MMA (2011) |
| Cultural | Humedales | MP Turistas en Áreas Protegidas (SNASPE), Santuarios Reservas Provinciales, Monumentos Nacionales, pasapases chilenos y extranjeros en la Región de los Ríos | Personas / Km ² / Año Número de turistas Dólar | Oportunidades de Negocio - Oportunidades de Negocio - Informe SERNAPESCA 2008 - Turismo transportes y comunicaciones - Compendio Estadístico 2011 - INE |

(*) Si bien los humedales no constituyen servicios ecosistémicos, si no espacios territoriales, la sociedad civil los reconoce como zonas de producción de numerosos servicios ecosistémicos (regulación de la contaminación, regulación de regímenes hídricos, resguardo de biodiversidad, entre otros). Por lo tanto, y dada su importancia, se ha considerado en la tabla precedente.

Para obtener los valores de cada indicador señalado, se procedió a consultar distintas bases de datos nacionales, entre las que se incluyen fuentes bibliográficas de la DGA (Dirección General de Aguas), Censo Silvo-Agropecuario (2007), Anuario de Turismo

INE (2011), Compendio Estadístico INE (2011), Informe de turismo SERNATUR (2008) y bases de datos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

4.4.1 Cuantificación servicio Provisión: Agua Potable

Para cuantificar este servicio se utilizaron dos indicadores:

- Consumo de agua potable por persona anual ($m^3/pp/anual$)
- Disponibilidad de agua por persona anual ($m^3/pp/anual$)

4.4.1.1 Consumo de agua potable por persona anual

Para conocer el volumen de agua potable consumido anualmente en la cuenca del río Valdivia, se consultaron las bases de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE 2011b), sumando los valores mensuales de consumo de agua potable proveniente de las fuentes mencionadas con anterioridad.

4.4.1.2 Disponibilidad de agua potable por persona anual

Para calcular este indicador, se empleó información de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), que posee registros de extracción de caudales en la cuenca del río Valdivia, proveniente de dos fuentes principales:

- Agua potable superficial
- Agua potable subterránea

Todos los datos originales están expresados en la unidad litros por segundo ($l*s^{-1}$) correspondiendo a la media mensual de volumen de agua extraído. Debido a que el propósito fue conocer el volumen total de agua disponible por persona, los datos fueron transformados a la unidad metros cúbicos por persona anual (m^3/pp anual). Además, tanto el agua potable superficial como subterránea, fueron cuantificados considerando el ámbito territorial rural y urbano, respectivamente.

4.4.1.3 Cuantificación servicio Regulación: Depuración y regulación de contaminantes.

El índice WQI (Water Quality Index de sus siglas en inglés) (Debels et al., 2005, Rivas et al., 2006), es una métrica integrada que se emplea para asignar clases de calidad en aguas superficiales, el cual tiene la ventaja de incluir distintas series de parámetros físico-químicos en un sólo valor numérico. En consecuencia, es un método que facilita la evaluación, comprensión y comunicación de la calidad de agua.

Se realizó una adaptación del WQI, propuesto por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos. Este índice incluye 9 parámetros de calidad de aguas, los cuales ponderados y promediados aritméticamente forman un índice global.

$$WQI = \sum W_i * Q_i$$

en donde **WQI**: Water Quality Index

W_i: Valor asignado a parámetro "i"

Q_i: Peso del parámetro "i" como indicador de su importancia relativa en el uso humano o vida acuática

Para este estudio y en función de la disponibilidad de información, se consideraron los siguientes parámetros: Conductividad (Cond), DQO, Fósforo Total (P_{tot}), Nitrato (NH₄), Oxígeno disuelto (OD), pH, Temperatura (Temp). Para el cálculo del índice de calidad de agua, se requiere la normalización de los datos (Q_i), donde cada parámetro es transformado entre 0-1 a partir de sus distribuciones probabilísticas. Luego, se estimaron los percentiles para construir las categorías de transformación del valor del parámetro a valores de calidad de 0 a 1. Para la determinación de la importancia relativa (W_i), se realizó un análisis de componentes principales a partir de la matriz de valores transformados, y se utilizó el coeficiente de Pearson para la matriz de correlación. A partir de los pesos combinados de los parámetros sobre las dos primeras componentes, se calculó la importancia relativa. Finalmente se calculó el WQI como la combinación lineal del producto entre los parámetros normalizados y el peso relativo. Las categorías de calidad se asignan de acuerdo a la Tabla 7.



Tabla 7. Categorías en calidad de aguas del índice WQI.

| Rango de calidad de aguas WQI | Categoría Calidad de Aguas |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 90-100 | |
| 70-89 | Buena |
| 50-69 | Regular |
| 25-49 | Mala |
| 0-24 | |

4.5 Relación entre los servicios ecosistémicos seleccionados y los parámetros normados para la NSCA de la cuenca del río Valdivia

Luego de identificar y seleccionar los servicios ecosistémicos de la cuenca del río Valdivia, se estableció la relación entre cada uno de estos servicios y la Normativa vigente, incluyendo:

- Norma de Secundaria de Calidad de Agua (NSCA) para el río Valdivia.
- Norma Chilena de Calidad para agua Potable 409/2005.
- Norma Chilena 1.333/78 para diferentes usos.

El propósito de este análisis fue determinar cuál es el grado de relación entre los parámetros establecidos en la NSCA y los servicios ecosistémicos identificados en la cuenca del río Valdivia, y si la variación de aquellos parámetros claves modifican los beneficios de los servicios ecosistémicos, que a su vez permiten el desarrollo de las actividades productivas en la cuenca.

4.6 Identificación de las principales actividades económicas de la cuenca del río Valdivia y su relación con los parámetros de la NSCA

Para identificar las principales actividades económicas presentes en la cuenca, se recopiló información de las empresas y/o actividades productivas de la cuenca del río Valdivia. Las bases de datos consultadas fueron las siguientes:

- Listado de empresas, localización, sus emisiones y concentraciones efectuado por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Listado de empresas, localización, sus emisiones y concentraciones realizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios de Valdivia (Catastro D.S.90/00 y D.S.46/02 - al 21 de Noviembre de 2011 Superintendencia de Servicios Sanitarios).

- Listado de principales actividades productivas y/o empresas, localización, sus emisiones y concentración, correspondientes al "Informe Aproximación Ecotoxicológica y Evaluación de Riesgo Ecológico Teórico en apoyo a la Elaboración del Anteproyecto de NSCA para la protección de las aguas de la Cuenca del Río Valdivia" (CONAMA, 2009).

Luego de analizar las bases de datos mencionadas e identificar las principales actividades en la cuenca, se revisaron las emisiones de cada empresa (en los casos que correspondiera), para establecer cuáles son los parámetros más significativos de cada actividad productiva, cuyas concentraciones determinan los niveles de producción.

Finalmente, se estableció un paralelo entre los parámetros más significativos registrados en las emisiones de las empresas y/o actividades con el DS90 y el Anteproyecto de la NSCA para la cuenca del río Valdivia.

4.7 Especies de Flora y Fauna presentes en la cuenca del río Valdivia

Para el listado de biota terrestre y acuática de la cuenca del río Valdivia, se recopiló y analizó la información bibliográfica disponible para la cuenca del río Valdivia. Esta recopilación se efectuó empleando las bases de datos y estudios proporcionados por instituciones tanto públicas como privadas. Consultando también la información existente en diferentes tipos de publicaciones (ISI, SCIELO, de divulgación general), tesis de grado, estudios de línea de base, programas, propuestas y proyectos; empleando además bases de datos universales tales como Scopus, WEBScience, Elsevier, ASFA, entre otras. En base a la recopilación de información disponible para la cuenca del río Valdivia, se procedió a caracterizar los componentes biológicos presentes en el área en estudio, tales como fitoplancton y zooplancton, invertebrados acuáticos, vertebrados acuáticos, plantas acuáticas, vertebrados terrestre y flora terrestre, estos antecedentes biológicos fueron tabulados en una base de datos (Anexo 3), para lo cual se empleó el formato que se presentada en la Tabla 8.

Tabla 8. Formato Base de Datos Información Componentes Biológico cuenca río Valdivia

| División | Clase | Orden | Familia | Género / especie | *Distribución según estudios en la cuenca | ** Distribución Nacional | Estado de Conservación | Fuente |
|----------|-------|-------|---------|------------------|---|--------------------------|------------------------|--------|
| | | | | | | | | |

* y **: Esta información se aplicó según la el tipo de taxa y según la disponibilidad de información

Cuando correspondiera, para determinar el estado de conservación de especies de flora y fauna se recurrió a las siguientes fuentes:

- BAEZA M, E BARRERA, J FLORES, C RAMÍREZ & R RODRÍGUEZ (1998). Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47:23-46.]
- BENOIT (1989). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. 165 pp.
- CAMPOS (1998). Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Chile 47: 101-122.
- CELCO & CAMPOS H (1996). Estudio de Impacto Ambiental Celulosa Arauco y Constitución-Planta Valdivia. Investigación sobre la Calidad de Agua y Estudios Limnológicos del río Cruces.
- COUVE E & VIDAL C (2003). Aves de Patagonia, Tierra del Fuego y Península Antártica, Islas Malvinas y Georgias del Sur. Ed. Fantástico Sur Birding Ltda. 656 pp.
- JARA C, E RUDOLPH & E. GONZÁLEZ (2006). Estado de conocimiento de los malacostráceos dulceacuícolas de Chile. Gayana, 70(1): 40-49.
- D.S. N° 50/2008 del MINSEGPRES, que oficializa el Segundo Proceso de Clasificación de Especies según Estado de Conservación.
- D.S. N° 51/2008 del MINSEGPRES, que oficializa el Tercer Proceso de Clasificación de Especies según Estado de Conservación.
- GESAM CONSULTORES LTDA (2003). Flora y Fauna Acuática de los ríos Andalién, Paicaví, Toltén, Valdivia, Bueno y Maullín.
- GLADE A (1993) Libro rojo de los vertebrados terrestres de Chile. Actas del Simposio Estado de Conservación de los Vertebrados Terrestres de Chile. CONAF ediciones, Santiago, Chile. 67 pp.
- MELLA JE (2005). Guía de Campo Reptiles de Chile: Zona Central. Peñaloza APG, Novoa F & M. Contreras (Eds). Ediciones del Centro de Ecología Aplicada Ltda. 147 pp.

Informe Final: *Identificación, Cuantificación y Recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del Río Valdivia*

- RABANAL F & J NÚÑEZ (2009). Anfibios de los bosques templados de Chile. Universidad Austral de Chile. 205 pp.
- RAMÍREZ C, SAN MARTÍN C, MEDINA R & D CONTRERAS (1991). Estudio de la flora hidrófila del Santuario de la Naturaleza—Río Cruces, Valdivia, Chile. *Gayana Botánica* 48(1-4):67-80.
- RESOLUCIÓN EXENTA N° 782 (2009). MINSEGPRES. Propuesta de Clasificación en el Quinto Proceso de Clasificación de Especies.
- UICN (2011). UICN Listas Rojas, Version 2011.2 (Preparado por la Comisión UICN POR la sobrevivencia de especies). UICN, Gland, Switzerland & Cambridge, UK.
- SAG (2009). Ley de Caza y su Reglamento. Ministerio de Agricultura. 99 pp.
- VILA I, VELOSO A, SCHLATTER R & RAMÍREZ C (2006). Macrófitas y vertebrados de los sistemas límnicos de Chile. Editorial Universitaria. 186 pp.

5 RESULTADOS

5.1 Descripción General de la Cuenca del río Valdivia

En la Tabla 9 se presentan generales de la cuenca del río Valdivia. En general, se trata de una cuenca de gran superficie, con un total de 11.119 km², localizada entre los 39°17' y 40°20' latitud sur y los 71°10' y 73°27' latitud oeste. Su cauce principal tiene una longitud total de 250 km. En la cuenca predomina el paisaje montañoso, con la presencia de volcanes que han moldeado el territorio, dando origen y características particulares al suelo y a la geografía del área. El clima característico es de tipo Templado Lluvioso, con precipitaciones que llegan a los 2.588 mm como promedio anual. Debido a estas condiciones climáticas, la vegetación predominante en la cuenca es el Bosque Templado Lluvioso y la Selva Valdiviana. Respecto a la población, está mayoritariamente representada por el sector urbano (168.013 hab.) y la población rural con una representación menor (79.340 hab). El uso de suelo de la cuenca está destinado principalmente a Bosque Nativo y Bosque Mixto con un 45% de la superficie total de la cuenca. Además, la cuenca comprende trece comunas: diez de la Región de los Ríos (Lanco, Máfil, Paillaco, Los Lagos, Corral, Mariquina, Panguipulli, Valdivia, Futrono, La Unión) y cuatro de la Región de la Araucanía (Villarrica, Loncoche, Pucón, Curarrehue).

Tabla 9. Información de base diagnóstico para la Cuenca del río Valdivia.

| Diagnóstico Cuenca del Río Valdivia | | |
|--|--|--|
| Datos Geográficos | | |
| Superficie: 11.119 km² | | |
| 39°17' y 40°20' LAT S; 71°10' y 73°27' LAT O | | |
| Longitud del cauce principal: 250 km | | |
| Geología-Geomorfología ** | Clima ** | Vegetación ** |
| Predomina el paisaje montañoso, en ambas cordilleras Costa y Andina. Presencia de volcanes: Mocho, Villarrica, Choshuenco y Quetrupillán. Pendientes media de las cuencas tributarias varían entre el 20 y 26 %. Sector alto de la cuenca destaca la presencia de formaciones rocosas de origen sedimentario volcánico. La depresión intermedia posee material de relleno de | Sector centro y bajo de la cuenca: Templado Lluvioso con influencia mediterránea. Sector Altoandino: templado lluvioso frío con influencia mediterránea. Precipitación media anual 2.588 mm. | Bosque Templado Lluvioso y Selva Valdiviana: Presencia de Bosque Laurifolio de Valdivia (Cordillera de la costa), Bosque caducifolio del sur (Valle central), Bosque Laurifolio de los Lagos, Bosque caducifolio mixto |

| | | |
|---|--|---|
| <p>origen glacial compuestos por morrenas y material aluvial de alta permeabilidad. A modo general el suelo es de tipo arcilloso-arenoso en la superficie a franco arcillosa y arcillosa masiva en profundidad.</p> | | |
| <p>Población * Pob:Urbana Total Cuenca: 168.013 Pob:Rural Total Cuenca: 79.340 Fuerza laboral: Agricultura y Pesca (18,5%); Industrias Manufactureras (11,8%); Transporte y almacenaje (6,72%); Servicios (62,8%). Pobreza: 5,2% pobreza de indigencia, 13,6% pobreza no-indigencia.</p> | <p>Usos de suelo Principales ** Bosque Nativo y Bosque mixto: 45% (462.671) Praderas: 28,3% (290.287) Plantaciones forestales: 12,8% (131.844) Matorrales, praderas, nieves-glaciares: 11,8% (120.939) Areas sin vegetación: 1,5% (15.040)</p> | <p>División Geopolítica ** Comunas: Lanco, Mafil, Paillaco, Los Lagos, Corral, Mariquina, Panguipulli, Valdivia, Futrono, La Unión, Villarrica, Loncoche, Pucón, Curamehue.</p> |

*Según Censo Nacional (2002).
 * DGA/CADE-IDEPE (2004)

5.2 Valoración Territorial

5.2.1 Identificación de Unidades Ambientales Homogéneas (UAH)

A la luz del análisis efectuado, a continuación se detallan los resultados de la identificación de UAH. Como se observa en el Anexo 2.1, se pudieron identificar 5 UAH, a saber:

- *Unidad Bosque Nativo:* de 488.701,15 hectáreas (47,73% de la superficie total), compuestos esencialmente por el Bosque Siempre verde, Bosque Templado, Bosque Caducifolio y Bosque Laurifolio.
- *Unidad Praderas:* de 273.652,15 hectáreas (26,73% de la superficie total) compuestas por praderas agrícolas, ganaderas, matorral abierto y praderas naturales.
- *Unidad Plantaciones Exóticas:* de 162.273,97 hectáreas (15,85% de la superficie total) conformados por especies del género *Pinus* y *Eucalyptus*.
- *Unidad Cuerpos de Agua y Humedales:* 58.439,73 hectáreas (5,7% de la superficie total) que comprende lagos, lagunas, ríos, esteros, humedales temporales y permanentes.
- *Unidad Terrenos Agrícolas:* 14.325,18 hectáreas (1,39% de la superficie total) que comprenden cultivos de trigo, avena, papas, remolacha, cebada, entre otros.

Como se aprecia en la figura del Anexo 2.1, destaca la gran superficie de bosque nativo, conformando en ambas cordilleras (de la Costa y Andina) zonas de regulación, protección y reservorio de recursos hídricos y áreas de resguardo de biodiversidad. Así también resalta la gran superficie de praderas ubicada en la zona media y baja de la cuenca, en donde se realizan la mayoría de las actividades productivas tales como agricultura, ganadería, forestal y servicios. Además, la extensa zona de plantaciones exóticas se compone de especies como *Eucalyptus* y *Pinus*, y representa una de las actividades económicas más importantes a nivel de cuenca y regional. Si bien los cuerpos de agua y humedales representan un menor porcentaje de la superficie total, constituyen un reservorio importante de recursos hídricos que sustentan gran parte de las actividades humanas de la cuenca.

5.2.2 Valor Total del Territorio

➤ Valor Ecológico

La Tabla 10 muestra el valor Ecológico del territorio en función de sus atributos y las UAH. El análisis muestra que las unidades de Bosque Nativo y Cuerpos de agua-Humedales presentan la máxima valoración ("alto") en contraste con la unidad Terrenos Agrícolas. Esto se debe a que el bosque nativo y los cuerpos de agua aportan a la heterogeneidad espacial, favoreciendo el incremento de la riqueza, singularidad y el endemismo. La preservación y/o conservación de dichos ambientes permite mantener en buen estado la cantidad y calidad de las aguas. En la Tabla 11 se indican las superficies con el rango de valor asignado. Se aprecia que gran parte de la cuenca (55%) posee un valor "alto", principalmente debido a la presencia de bosque nativo (ver Figura Anexo 2.2).

Tabla 10. Valor ecológico del territorio en función de sus atributos y sus UAH.

| UAH | Valor Ecológico | | | | VE | VALOR |
|-----------------------------|-----------------|--------------|-----------|------|-----|-------|
| | Riqueza | Singularidad | Endemismo | Agua | | |
| Bosque Nativo | 3 | 3 | 2 | 3 | 2,8 | ALTO |
| Praderas | 1 | 1 | 3 | 2 | 1,8 | MEDIO |
| Terrenos Agrícolas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | BAJO |
| Cuerpos de agua y Humedales | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | ALTO |
| Plantaciones Exóticas | 1 | 1 | 1 | 2 | 1,4 | BAJO |

Tabla 11. Número de hectáreas según rango de valor del territorio.

| Valores | Superficie (ha) |
|---------|-----------------|
| Alto | 547.140 |
| Medio | 273.652 |
| Bajo | 176.599 |

➤ Valor Productivo

La Tabla 12 muestra el Valor Productivo del territorio en función de sus atributos y las UAH. Se observa que las unidades Plantaciones Exóticas y Cuerpos de Agua & Humedales alcanzaron valores "medios", en comparación con las unidades Bosque Nativo y Terrenos Agrícolas que fueron catalogadas con valor "alto". Esto último se debe a que los terrenos agrícolas y bosque nativo son grandes productores de biomasa, superior a la producción que alcanzan las plantaciones y cuerpos de agua & humedales. En efecto, las plantaciones forestales en Chile están constituidas principalmente por las especies *Pinus radiata* y *Eucaliptus spp.*, ambas son la base de la economía forestal del país y satisfacen principalmente el mercado de la celulosa, papel y madera. Bajo este criterio, las técnicas de establecimiento y manejo no permiten que se desarrollen rodales con una gran cantidad de biomasa. A diferencia de lo anterior, los bosques naturales de nuestro país y sobre todo los bosques secundarios constituidos por especies del género *Nothofagus* suelen ser grandes productores de biomasa con tasas de crecimiento que van entre los 11 y 14 m³/ha/año y densidades aproximadas de 4000 a 6000 plantas/ha. Dichas diferencias se deben a que las especies nativas tienden a formar rodales de estructura compleja con una alta densidad en su estrato superior, compuesta por las especies principales, y un estrato menor constituido por especies emergentes y suprimidas. Estas características generales aportan una mayor biomasa por parte de los bosques nativos que aquellas plantaciones que son intensivamente manejadas y cuyas técnicas de manejo obedecen a la obtención de productos no centrados en la producción de biomasa.

En la Tabla 13 se indican las superficies con el rango de valor asignado. Se aprecia que gran parte de la cuenca (57%) posee un valor productivo "alto", debido esencialmente a la presencia de bosque nativo y terrenos agrícolas los cuales son grandes productores de biomasa (ver Anexo 2.3). La ausencia de valores "bajos" se debe a que todas las UAH son muy productivas según la valoración asignada y de acuerdo a los usos de suelo que se desarrollan en la cuenca. La baja productividad aparece en suelos

con uso desmedido y zonas altas sin vegetación, desprotegidos y fragmentados, pero que de acuerdo a la escala de trabajo representan superficies descartables.

Tabla 12. Valor productivo del territorio en función de sus atributos y sus UAH.

| Valor Productivo | | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------|---|----------------|-------------|-----------|--------------|
| UAH | <i>Aptitud de suelo</i> | <i>Artificialización de los ecosistemas</i> | <i>Biomasa</i> | <i>Agua</i> | VP | VALOR |
| Bosque Nativo | 3 | 1 | 3 | 3 | 2,6 | ALTO |
| Praderas | 2 | 3 | 2 | 2 | 2,2 | MEDIO |
| Terrenos Agrícolas | 2 | 3 | 2 | 3 | 2,6 | ALTO |
| Cuerpos de agua y Humedales | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | MEDIO |
| Plantaciones Exóticas | 1 | 3 | 3 | 1 | 1,8 | MEDIO |

Tabla 13. Número de hectáreas según rango de valor del territorio.

| Valores | Superficie (ha) |
|----------------|------------------------|
| Alto | 561.466 |
| Medio | 435.926 |

➤ **Valor Social**

La Tabla 14 muestra el valor Social del territorio en función de sus atributos y las UAH. Las Unidades Bosque Nativo y Humedales & Cuerpos de agua tienen un valor "alto", y esto se explica porque el bosque ha estado constantemente ligado al uso histórico en los procesos de colonización, de despeje de zonas para cultivo y como medio de subsistencia. Los humedales, por otro lado, tienen un gran valor para las comunidades locales, de los cuales obtienen agua para riego y consumo, productos medicinales, y son considerados fuente espiritual y/o ceremonial. En la Tabla 15 se indican las superficies con el rango de valor asignado. Se aprecia que gran parte de la cuenca (57%) posee un valor social "alto" (ver Anexo 2.4). Cabe destacar que no se presentaron valores "medios", lo cual permite aseverar que existe una relación inmediata y directa entre los sistemas de vida de la población y la afectación del ambiente que los rodea. Por ejemplo, la fragmentación del territorio trae consigo una disminución en la calidad de vida de la población.

Tabla 14. Valor Social del Territorio en función de sus atributos y sus UAH

| Valor Social | | | | | |
|-----------------------------|----------|------------|-----------|------|-------|
| UAH | Cultural | Científico | Población | VS | VALOR |
| Bosque Nativo | 3 | 3 | 2 | 2,65 | ALTO |
| Praderas | 1 | 1 | 1 | 1 | BAJO |
| Terrenos Agrícolas | 1 | 1 | 2 | 1,35 | BAJO |
| Cuerpos de agua y Humedales | 3 | 3 | 3 | 3 | ALTO |
| Plantaciones Exóticas | 1 | 1 | 2 | 1,35 | BAJO |

Tabla 15. Número de hectáreas según rango de valor del territorio.

| Valores | Superficie (ha) |
|---------|-----------------|
| Alto | 547.140 |
| Bajo | 450.251 |

➤ Valor Paisajístico

La Tabla 16 muestra el valor Paisajístico del Territorio en función de sus atributos y las UAH. Las unidades Bosque Nativo y Cuerpos de agua & Humedales, alcanzaron los más altos valores territoriales, debido a que son causantes de un gran contraste visual y complejidad paisajísticas, y porque presentan bajos valores de antropización. Las plantaciones exóticas, las praderas y las tierras agrícolas disminuyen el valor del paisaje debido al considerable grado de antropización y uniformidad paisajística. En la Tabla 17 se indican las superficies con el rango de valor asignado. Se aprecia que gran parte de la cuenca (57%) posee un valor "alto" (ver Anexo 2.5), debido a que la cuenca posee grandes extensiones de ambientes bien conservados en los cuales existen elementos que le otorgan alta diversidad visual-espacial y, en consecuencia, un alto valor paisajístico.



Tabla 16. Valor Paisajístico del territorio en función de sus atributos y sus UAH.

| Valor Paisajístico | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|------------------|-------------------------|-------|------|-----|-------|
| UAH | Antropización | Contraste Visual | Complejidad Topográfica | Color | Agua | VPA | Valor |
| Bosque Nativo | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3,0 | ALTO |
| Praderas | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1,5 | BAJO |
| Terrenos Agrícolas | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,0 | BAJO |
| Cuerpos de agua y Humedales | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2,7 | ALTO |
| Plantaciones Exóticas | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1,3 | BAJO |

Tabla 17. Número de hectáreas según rango de valor del territorio.

| Valores | Superficie (ha) |
|---------|-----------------|
| Alto | 547.140 |
| Bajo | 450.251 |

➤ Valor Total del Territorio

El mapa del Anexo 2.6 muestra el Valor Total del Territorio en función de sus atributos y las Unidades Ambientales Homogéneas. Se aprecia que gran parte de la cuenca (55%) posee un Valor Total "alto" y que dicho valor se ubica especialmente en la zona Andina de la cuenca, mientras que el valor "medio" del territorio se localiza en la parte media de la cuenca, así también el valor "bajo" se registró fundamentalmente en la parte baja de la cuenca. A nivel geopolítico, la comuna que concentró la mayor cantidad de superficie con valor "alto" fue la comuna de Panguipulli. Valdivia, Paillaco, Lanco, Máfil y La Unión aparecen como las comunas que abarcan la mayor superficie con valor "bajo". El valor "alto" de la cuenca se explica, principalmente, porque la presencia de la unidad Cuerpos de agua & Humedales y la unidad Bosque Nativo han permitido asignarle un alto valor ecológico, productivo, social y paisajístico al territorio. El valor "medio" de la cuenca se establece porque en estas áreas se desarrollan importantes actividades productivas como la agricultura, la ganadería, forestal y turismo, trascendentales en lo productivo y social, pero que ocasiona efectos negativos en el valor ecológico y paisajístico debido a la intervención y antropización de los

ecosistemas. El valor "bajo" coincide con la superficie de plantaciones exóticas que desde el punto de vista productivo es alto, pero que por lo general se le asignó un valor "bajo" desde la valoración ecológica, paisajística y social. Las plantaciones ocasionan diversos efectos negativos sobre el territorio como la desecación de cursos de agua, pérdida del valor cultural por ocupación de tierras ancestrales, homogenización del paisaje, acidificación de suelos, entre otros (DGA, 2004).

Los resultados de valoración por atributo y posteriormente su valoración total permite identificar las áreas de alto, medio y bajo valor ambiental. Esto no es solo dirigido a un atributo ecológico como es la biodiversidad sino una valoración integral del territorio. De manera similar De Groot et al. (2002), en el marco conceptual, propone la valoración por atributo (ecológico, social y económico), para la identificación, cuantificación y valoración de las funciones, bienes y servicios ecosistémicos (ver Figura 3). Ésta aproximación de valorización integral permite la gestión y planificación eficiente del territorio y las actividades que en ella se desarrollan, facilitando la elaboración de políticas y toma de decisiones de manera objetiva.

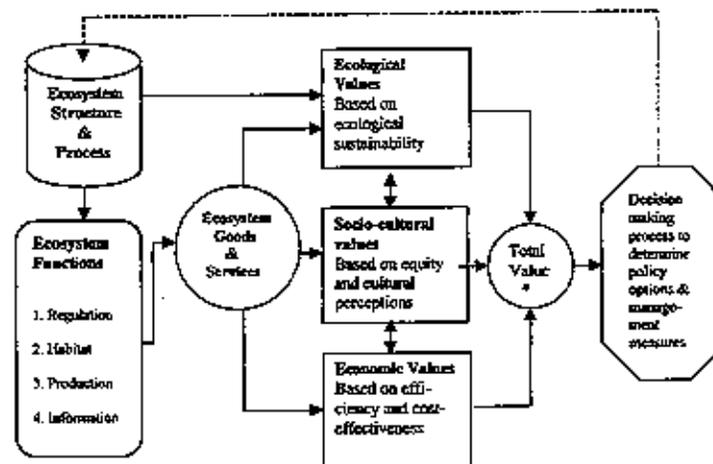


Figura 3. Marco conceptual para la evaluación y valoración de funciones, bienes y servicios ecosistémicos (De Groot et al., 2002).

➤ **Aplicación del Valor Territorial en relación a los impactos en la NSCA.**

Las metodologías aplicadas en la valoración territorial de la cuenca del río Valdivia, han permitido determinar la importancia del territorio para las actividades sociales y económicas en la cuenca, considerando no solo los aspectos relacionados con la

biodiversidad, ya que esto último es solo una variable más para poder valorar de manera integral el territorio. Esta valoración ha considerado múltiples criterios y, sobretodo, ha sido focalizada en los servicios ecosistémicos que brinda el recurso hídrico de la cuenca del río Valdivia. Por lo tanto, la determinación del valor integral del territorio permitirá establecer áreas de la cuenca prioritarias para su protección a través de diferentes cuerpos legales como la aplicación de la NSCA. En este sentido, la importancia de establecer el vínculo entre los recursos hídricos, los servicios que estos proveen y las actividades que mantienen, es que ayudar a complementar la evaluación del grado de protección de la NSCA sobre dichos recursos. Además, permite conocer los espacios territoriales donde los componentes ambientales, como el bosque nativo, ayudan a mantener la provisión en calidad y cantidad del recurso hídrico.

5.3 Áreas de relevancia ambiental para la biodiversidad asociadas al recurso hídrico

En la Figura 4 se presenta la ubicación espacial de las áreas de importancia para la conservación de la biodiversidad, que resultó de la consulta a la base de datos disponibles.

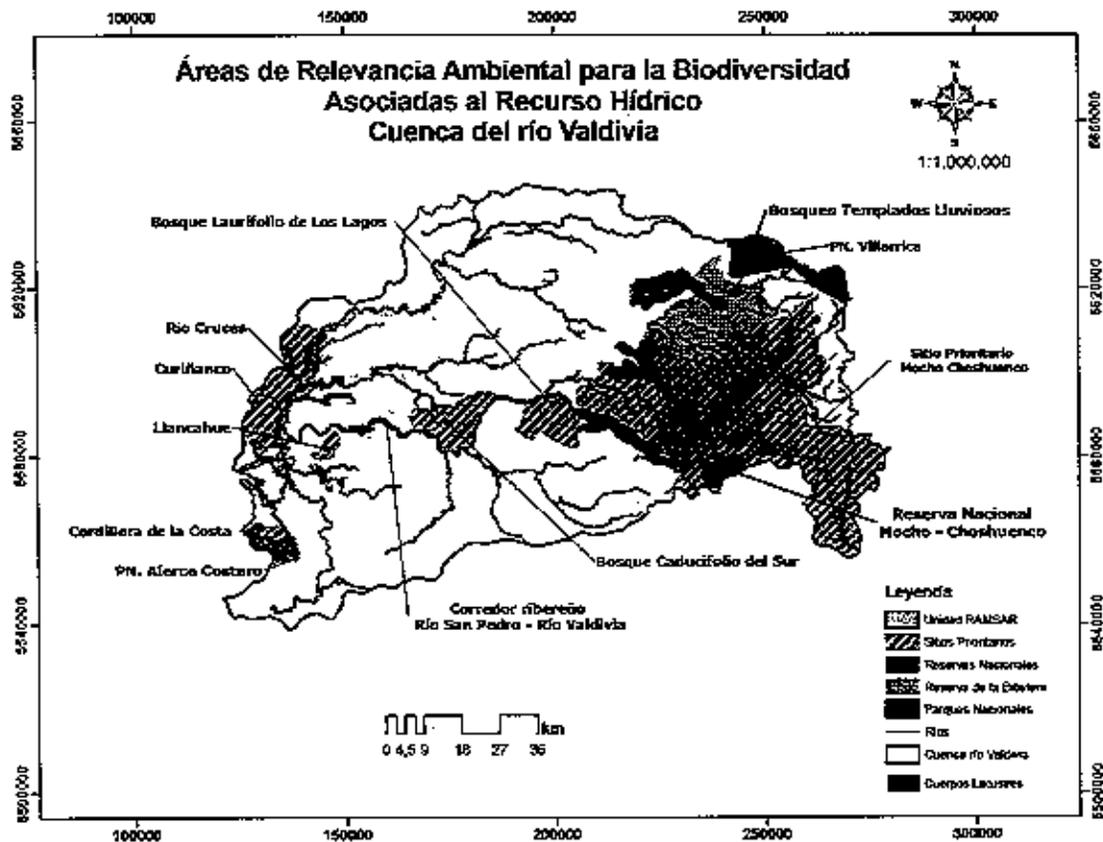


Figura 4. Ubicación espacial de las áreas de relevancia ambiental.

En la cuenca del río Valdivia, se registraron un total de 12 áreas de relevancia ambiental asociadas, en su mayoría, a los cuerpos de agua. Así, se registraron 8 Sitios Prioritarios para la Conservación: Sitio Curiñanco de 28.654 hectáreas, Sitio Mocho-Choshuenco de 208.316 hectáreas, Bosque Laurifolio de Los Lagos de 12.933 hectáreas, Bosque Caducifolio del Sur de 14.441 hectáreas, Cordillera de la Costa 99.413 hectáreas, Río Cruces (que abarca al Santuario de la Naturaleza Carlos Andwandter y Humedal Ramsar) de 12.096 hectáreas, Sitio Llancahue con 2.408 hectáreas y el Corredor Ribereño Río San Pedro-Río Valdivia de 4.450 hectáreas. Además, 3 Áreas Silvestres Protegidas: la Reserva Nacional Mocho Choshuenco de 7.554 hectáreas, el Parque Nacional Alerce Costero de 24.682 hectáreas y el Parque Nacional Villarrica con 60.000 hectáreas, cuyo 25% se encuentra dentro de la cuenca. Por otro lado, se registra la presencia de la Reserva Mundial de la Biósfera de los Bosques Templados Lluviosos con 986.883 hectáreas.

En la sección alta de la cuenca se presenta la extensión territorial más relevante desde el punto de la conservación de la biodiversidad, constituida por el Parque Nacional Villarrica, el Sitio Prioritario para la Conservación Mocho-Choshuenco, la Reserva Nacional Mocho-Choshuenco y La Reserva Nacional de la Biósfera, que en total agrupan 1.262.753 hectáreas. La Figura 4, muestra que estas superficies se encuentran asociadas a los cursos hídricos y lagos más importantes de la cuenca del río Valdivia. En esta zona existen bosques bien conservados, que actúan almacenando, protegiendo y proveyendo agua de óptima calidad para la cuenca. Por lo cual, la protección efectiva de estas áreas, a través de los instrumentos de conservación y uso sustentable de la biodiversidad (Ej. Estrategias Regionales de Biodiversidad), permitiría la existencia y permanencia de los servicios ecosistémicos asociados a su uso en el largo plazo. Se observa que tanto la Reserva de la Biósfera como el Sitio Prioritario Mocho-Choshuenco coinciden espacialmente en un gran porcentaje, lo cual confirma la importancia de este territorio como zonas para la protección de la biodiversidad.

Por otro lado, se observan dos grandes extensiones de bosques originarios, Bosque Laurifolio y Bosque Caducifolio, los cuales forman parte de los Sitios Prioritarios para la Conservación y que están conectados por un gran corredor biológico ribereño entre los ríos San Pedro y río Valdivia. Todos estos sitios se encuentran estrechamente relacionados a la ribera de estos ríos, contribuyendo a la mantención de la calidad y cantidad de sus aguas río abajo, y por ende, manteniendo los servicios ecosistémicos que brinda el río. El río San Pedro y Calle-Calle representan fuentes importantes de extracción de agua, ya que el recurso se utiliza para abastecer de agua a distintas actividades en la cuenca, tales como potable a la población, generación de energía eléctrica, entre otros (DGA, 2004).

En la zona occidental de la depresión intermedia y la costa, se ubican los Sitios Curiñanco, el Sector Codillera de la Costa y el Santuario de la Naturaleza Carlos Anwandter, los que se constituyen como uno de los ecosistemas más importantes para la zona baja de la cuenca, pues actúan reteniendo el agua, purificándola y controlando los regímenes hídricos de los ecosistemas.

5.3.1 Importancia de las Áreas Silvestres y Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad.

Las áreas silvestres protegidas de Chile están reguladas por el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), programa de cobertura nacional y administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF), que a partir de 1984 comenzó a regir sus funciones y objetivos según la Ley N° 18.362.

El SNASPE busca contribuir a la conservación y gestión sustentable de la diversidad biológica y cultural asociada, promoviendo un desarrollo sustentable basado en la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, la protección de los procesos naturales, y la integración de distintos niveles de gobernabilidad y formas de administración de áreas terrestres, marinas, públicas y privadas, incluyendo corredores y zonas de amortiguación necesarias para asegurar la viabilidad y sostenibilidad de los esfuerzos de conservación. Estas áreas deben ser representativas de la diversidad biológica y cultural de la nación, garantizando la protección de los procesos naturales y de los servicios ecosistémicos, para el desarrollo sostenible del país, en beneficio de las generaciones actuales y futuras (CONAMA et al., 2009).

Por otro lado, los Sitios Prioritarios para la Conservación son iniciativas enmarcadas dentro de la Estrategia Nacional de Biodiversidad con miras a responder a los compromisos de proteger al menos el 10% de cada uno de los ecosistemas más representativos del país. En el año 2002, se inició un proceso en cada una de las regiones del país para elaborar estrategias regionales para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. El proceso apuntó principalmente a identificar los Sitios Prioritarios para la conservación con oportunidad de emprender acciones de protección, privilegiando aquellos que reúnen características ecosistémicas en conjunto con aspectos sociales y culturales (CONAMA et al., 2010).

Tanto el SNASPE como los Sitios Prioritarios, se fundamentan en el Convenio Mundial sobre diversidad biológica, suscrito por Chile en 1994. Ambos tipos de iniciativas reconocen la biodiversidad como eje de sustento de la vida en la tierra y concentra sus esfuerzos en su conservación, incluyendo el uso sustentable de sus componentes. En la cuenca del río Valdivia sólo existen dos áreas que protegen recursos hídricos importantes y sus componentes asociados: el humedal del Río Cruces y el Corredor Ribereño del Río San Pedro. De esta forma, la protección de áreas representativas de

la biodiversidad regional ha sido focalizada en zonas de bosque nativo originario, especialmente en la cordillera andina en donde el bosque aún se encuentra en buenas condiciones y en remanentes de bosque en la parte media y baja de la cuenca.

No obstante lo anterior, la protección de estas áreas boscosas se encuentran estrechamente vinculadas al recurso hídrico. En la zona andina, los sitios de protección (Sitio Mocho Choshuenco, Reserva Mundial de la Biósfera, entre otros) permiten el resguardo de la cantidad y calidad de agua de ríos y lagos de dicha zona. Principalmente, los lagos Calafquén, Panguipulli y Riñihue constituyen importantes reservas de agua tanto para proveer de agua a la cuenca, como la mantención apropiada de los caudales y regímenes hídricos. En la parte media de la cuenca los Bosques Laurifolios y Caducifolios y adicionalmente el corredor ribereño del río San Pedro actúan, por un lado, resguardando la diversidad local permitiendo el adecuado flujo genético entre ecosistemas y, por otro lado, permite la mantención y regulación de la calidad de agua por la presencia de ambientes riparianos y/o vegetación ribereña. Finalmente, en la parte occidental de la cuenca, el Río Cruces y sus humedales asociados siguen manteniendo la calidad y cantidad de las aguas de la cuenca, debido a que estos son reguladores de la contaminación como también permiten la regulación de sus caudales, tanto en eventos de crecida como también de disminución de caudal.

5.4 Identificación, clasificación y selección de servicios ecosistémicos presentes en la cuenca del río Valdivia

A partir de la identificación de servicios ecosistémicos realizada por el Ministerio del Medio Ambiente, grupo de expertos, funcionarios públicos locales y sociedad civil, se obtuvieron los resultados que se detallan a continuación.

5.4.1 Identificación y clasificación de servicios ecosistémicos de acuerdo a la clasificación de MEA (2005)

La Tabla 18, muestra los resultados de identificación de servicios ecosistémicos realizada por los cuatro grupos de consultas. El análisis de los resultados muestran un

total de 33 servicios identificados de los cuales 14 (42,42%) corresponden a servicios de provisión, 6 (18,18%) de regulación, 8 (24,24%) culturales y 5 (15,15%) de soporte.

El análisis por grupo de consulta indica que el panel de expertos logró identificar un total de 11 servicios de Provisión, 6 de Regulación, 8 Culturales y 5 de Soporte. Los Funcionarios Públicos lograron identificar un total de 10 de Provisión, 6 servicios de Regulación, 7 Culturales y 3 de soporte. Por su parte, la Sociedad Civil pudo identificar 7 servicios de Provisión, 5 Culturales y 4 de Soporte. Estos últimos no identificaron ningún servicio de Regulación. Finalmente los funcionarios del Ministerio del Medio Ambiente identifican 10 servicios de Provisión, 5 de Regulación, 5 Culturales y 3 de Soporte. Las mayores coincidencias, entre los grupos consultados, se concentran en los servicios de Provisión, de un total de 14 servicios solamente 3 son exclusivos para tres grupos de consulta. Así tenemos que el servicio de "áridos" es exclusivo del MMA, "dendroenergía" es exclusivo para los Funcionarios Públicos y "crecimiento de la vegetación" es identificado solamente por la Sociedad Civil. Respecto de los servicios de regulación, éstos no logran ser identificados por la Sociedad Civil. En cambio los servicios culturales y de soporte, se observa una identificación similar entre los diferentes grupos (Tabla 18).

La similitud registrada, en la identificación de los servicios ecosistémicos, muestra una fluctuación que varía entre un máximo de 89,28% (registrada entre los funcionarios públicos y el panel de expertos) y un mínimo de 46,15% constatada entre los funcionarios del Ministerio del Medio Ambiente y la sociedad civil (Tabla 19). Estos resultados reflejan una coincidencia menor de la sociedad civil con los servicios públicos involucrados y el panel de expertos, debido principalmente a un desconocimiento técnico (por parte de los actores locales) respecto del resto de los involucrados en la identificación de los servicios ecosistémicos (todos profesionales en diferentes áreas). La sociedad civil consultada correspondió a personas pertenecientes a organizaciones comunitarias. No obstante lo anterior, los individuos consultados de sociedad civil, fueron capaces de identificar servicios ecosistémicos relacionados a los humedales y cuerpos de agua, vinculados tanto a asuntos no tangibles (espiritualidad, religiosidad, costumbres de vida) como también tangibles (biodiversidad, productos medicinales y provisión de agua para subsistencia). Esto permitió seleccionar estos espacios territoriales como productores de numerosos servicios ecosistémicos.

Tabla 18. Listado de servicios ecosistémicos identificados por cada uno de los grupos de consulta.

| Servicios Ecosistémicos | | Grupos de consulta | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|--|-----------------------|----------------|-------------------|---|
| Tipo | Subtipo | MMA | Funcionarios Públicos | Sociedad Civil | Panel de Expertos | |
| PROVISIÓN | 1 | Agua potable rural | * | * | * | * |
| | 2 | Agua potable urbana | * | * | * | * |
| | 3 | Agua para uso agrícola | * | * | * | * |
| | 4 | Procesos industriales | * | * | * | * |
| | 5 | Acuicultura | * | * | * | * |
| | 6 | Peces, recursos bentónicos, otros | * | * | * | * |
| | 7 | Agua para generación de Energía | * | * | * | * |
| | 8 | Aridos | * | * | * | * |
| | 9 | Agua como medio de transporte | * | * | * | * |
| | 10 | Agua para animales | * | * | * | * |
| | 11 | Reserva de agua dulce | * | * | * | * |
| | 12 | Riego para subsistencia | * | * | * | * |
| | 13 | Dendroenergía | * | * | * | * |
| | 14 | Crecimiento Vegetación | * | * | * | * |
| REGULACIÓN | 15 | Depuración y regulación de contaminantes | * | * | * | * |
| | 16 | Regulación climática | * | * | * | * |
| | 17 | Retención de sedimentos | * | * | * | * |
| | 18 | Control de régimen hídrico | * | * | * | * |
| | 19 | Regulación de la erosión | * | * | * | * |
| | 20 | Regulación ciclos biológicos | * | * | * | * |
| CULTURAL | 21 | Educación | * | * | * | * |
| | 22 | Valoración étnica | * | * | * | * |
| | 23 | Sitios ceremoniales | * | * | * | * |
| | 24 | Formas de vida/costumbres | * | * | * | * |
| | 25 | Patrimonio histórico | * | * | * | * |
| | 26 | Turismo (Pesca recreativa, Actividades náuticas, Centros Termales, Belleza escénica, excursiones, Bañeros) | * | * | * | * |
| | 27 | Centros termales | * | * | * | * |
| 28 | Plantas medicinales | * | * | * | * | |
| SOPORTE | 29 | Hábitat | * | * | * | * |
| | 30 | Fauna | * | * | * | * |
| | 31 | Flora | * | * | * | * |
| | 32 | Biodiversidad | * | * | * | * |
| | 33 | Endemismo | * | * | * | * |
| Total Servicios Ecosistémicos | | 33 | | | | |
| TOTAL | | 23 | 26 | 16 | 30 | |

Tabla 19. Matriz de similitud entre los grupos de consulta y servicios ecosistémicos identificados.

| Matriz de similitud | MMA | Funcionarios Públicos | Sociedad Civil | Panel de Expertos |
|-----------------------|-----|-----------------------|----------------|-------------------|
| MMA | * | 73,46 | 46,16 | 83,02 |
| Funcionarios Públicos | * | * | 61,90 | 89,28 |
| Sociedad Civil | * | * | * | 65,21 |
| Panel de Expertos | * | * | * | * |

5.4.2 Clasificación y selección de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Valdivia para el proceso de cuantificación

Teniendo en consideración la identificación realizada por los distintos grupos consultados, más los criterios mencionados en Metodología (sección 3), se clasificaron y seleccionaron los servicios ecosistémicos que se describen en la Tabla 20.

Tabla 20. Servicios ecosistémicos seleccionados para la cuantificación.

| Provisión | Regulación | Cultural |
|------------------------|---|----------|
| Agua Potable | Depuración y regulación de contaminantes | Turismo |
| Uso agrícola | * Humedales: Biodiversidad, provisión y regulación de agua | |
| Acuicultura | | |
| Hidrogenaría | | |
| Reservas de agua dulce | | |

() Si bien los humedales no constituyen servicios ecosistémicos, si no espacios territoriales, la sociedad civil los reconoce como zonas de producción de numerosos servicios ecosistémicos (regulación de la contaminación, regulación de regímenes hídricos, resguardo de biodiversidad, entre otros). Por lo tanto y dada su importancia, se ha considerado en la tabla precedente.*

Los servicios de provisión seleccionados están en función del abastecimiento de agua para diferentes usos, tanto productivos como para la mantención de los procesos biológicos elementales. Los servicios culturales han agrupado la totalidad de las actividades recreativas, conservacionistas, estéticas más la biodiversidad, lo cual facilita su cuantificación en términos de superficie y por número de personas que usan el servicio, las cuales permiten vincular el servicio ecosistémico con valores monetarios de ingresos a la región de los Ríos.

Depuración y regulación agrupa los servicios de dilución de contaminantes, de transformación química de elementos exógenos, purificación de ecosistemas y control de los sedimentos. La importancia del grupo radica, en que estos se podrán relacionar a la calidad de agua del río Valdivia actual y la calidad de agua histórica (de acuerdo a bases de datos) con los valores propuestos en la Norma Secundaria de Calidad de Agua (NSCA). Su cuantificación se llevó a cabo considerando los resultados de la aplicación del índice de calidad de agua WQI.

Respecto a los humedales, estos fueron incorporados a pesar de que no representa un servicio ecosistémico propiamente tal, pero que la sociedad civil los identifica como espacios territoriales productores de numerosos servicios ecosistémicos (biodiversidad, provisión, regulación), además porque poseen un valor espiritual y ancestral para las comunidades locales (mapuches, huilliches), y también como fuente recurso naturales y de obtención de hierbas medicinales.

5.4.3 Descripción servicios ecosistémicos

Respecto a la provisión de agua como servicio ecosistémico, es en una cuenca hidrográfica donde se conjugan todos los procesos que regulan la oferta de este servicio ecosistémico. Por lo tanto, la estructura, funcionamiento y estado de conservación de la cuenca determinarán el bienestar logrado en cada una de las actividades que demanda el servicio, como por ejemplo, para la producción de agua potable, hidroelectricidad, acuicultura, pesca recreativa, etc.

En orden de importancia, las variables que impactan la oferta del servicio ecosistémico Provisión de Agua en cuencas forestales son: a) las precipitaciones que las abastecen (tipo, cantidad, intensidad, estacionalidad y variabilidad); b) su geomorfología y

geología (área de drenaje, pendiente, tipo y profundidad de suelo, etc.) que almacena y conduce el agua de las precipitaciones hacia las napas freáticas, acuíferos, arroyos, ríos, lagos, etc.; y c) su cobertura vegetal así como el uso del suelo y su manejo que cambia las tasas de evapotranspiración modificando los caudales de flujo base y punta.

➤ **Servicio Provisión de agua**

Se derivan de la función ecosistémica de almacenaje y retención de agua (de acuerdo a Costanza et al., 1997). Esta función se realiza en las cuencas hidrográficas mediante los embalses y acuíferos donde el agua se almacena proveyendo los diversos servicios de suministro de agua:

- *Agua Potable:* agua que cumple con los requisitos físicos, químicos, radioactivos y bacteriológicos establecidos por la norma NCh 409-2005
- *Agua para uso agrícola:* agua que cumple con los requisitos físicos, químicos y bacteriológicos establecidos por la norma NCh-1333/78
- *Agua para uso acuícola:* agua que proporciona a los recursos hidrobiológicos todos los parámetros de calidad de manera de obtener así un ambiente óptimo para el crecimiento de los animales (temperatura, oxígeno, pH, anhídrido carbónico, amoníaco, nitritos, nitratos, alcalinidad, metales, entre otros.) y de forma tal que éste sea rápido, a un costo mínimo, tanto en recursos como en capital
- *Hidroenergía:* El agua regulada por la DGA a través del código de agua, artículo 129 Bis1, establece caudales ecológicos mínimos (el caudal ecológico mínimo no podrá ser superior al 20% del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial).
- *Reservas de agua dulce:* agua que cumple con los requisitos físicos, químicos radioactivos bacteriológicos establecidos por la norma NCh-1333/78 (aguas destinadas a vida acuática).

➤ **Servicio de Regulación**

- *Depuración y regulación de contaminantes*

De acuerdo a Costanza et al. (1997), este servicio, deriva de la función ecosistémica "almacenamiento, ciclos naturales y adquisición de nutrientes y contaminantes", y que ha sido clasificado como de regulación y purificación del agua para asegurar el recurso hídrico respecto al uso y consumo humano. La purificación se basa en las propiedades físicas y biológicas que caracterizan a los ecosistemas, en particular el tiempo de residencia del agua en los diferentes componentes ambientales de las cuencas hidrográficas (lagos, ríos, estuarios, humedales, etc.), lo cual permite la remoción y procesamiento de los contaminantes, materia orgánica y exceso de nutrientes mediante las interacciones entre los diferentes componentes biológicos (microorganismos, vegetación y otros).

- *Humedales: Biodiversidad, provisión y regulación de agua*

El término humedales se refiere a una amplia variedad de hábitats interiores, costeros y marinos que comparten ciertas características (CELIS, 2006), son unidades de paisaje determinadas por un anegamiento permanente o estacional del suelo en ellos se concentra la biodiversidad y son determinantes en el funcionamiento de los ecosistemas y, por ende, la vida humana (CONAMA, 2006).

Hasta ahora, la definición más empleada proviene de la convención de RAMSAR (1971), la cual define a los humedales como "*extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros; podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal*". Esta definición está basada en una clasificación jerárquica de los humedales, cuya estructura consiste en la agrupación de "Ámbitos", "Sistemas", "Subsistemas", "Clases" y finalmente en "Subclases", las cuales están determinadas por los procesos y características que existen a distintos niveles en el ecosistema humedal.

Estos sistemas tienen diversas funciones, tales como el ciclaje de nutrientes, la retención de sedimentos, control de inundaciones y la provisión hábitat para vida

silvestre. Muchas de estas funciones ecológicas son importantes para la sociedad humana, por lo tanto son valoradas como servicios ecosistémicos (Keddy, 2010).

➤ **Servicio Cultural**

Turismo

Es el conjunto de actividades realizadas por las personas durante sus viajes y permanencias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año, por motivos diferentes al de ejercer una actividad remunerada en el lugar visitado. De acuerdo a Costanza et al. (1997), estas actividades se derivan de la función ecosistémica "provisión de oportunidades para actividades recreacionales" dentro de los cuales se cuenta el ecoturismo, pesca deportiva y otras actividades.

5.4.4 Relación entre los servicios ecosistémicos seleccionados y los parámetros normados para la NSCA de la cuenca del río Valdivia.

La Norma Secundaria de Calidad de Agua (NSCA) tiene por objetivo asegurar la conservación del patrimonio ambiental y preservación de los ecosistemas hídricos, de manera que en dichos cursos de agua se salvaguarden sus comunidades acuáticas, los usos y los servicios ecosistémicos que estos ecosistemas entregan a la sociedad en su conjunto. Específicamente, la NSCA del río Valdivia norma un total de 17 parámetros fijando los límites de concentración máximo, mínimo o rangos de variación (Tabla 21).

Tabla 21. Niveles de calidad de agua por áreas de vigilancia.

| Nº | Elemento compuesto | Unidad | CUENCA RÍO VALDIVIA | | | | | | | | SNCA |
|----|--------------------|--------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | RSP | RCC | RV | RC I | RC II | RC III | RC IV | RC V | |
| 1 | pH | | 6,5-8,0 | 6,5-8,5 | 6,5-8,5 | 6,0-7,5 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 | 6,5-8,0 |
| 2 | Oxígeno | mg/l | > 8,3 | > 8,9 | > 8 | > 9,4 | > 8,8 | > 9,7 | > 8,5 | > 8,5 | > 8,5 |
| 3 | Conductividad | µS/cm | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4 | Sulfato | mg/l | - | - | - | - | 3 | 7 | 7,8 | - | - |
| 5 | Sodio | mg/l | 4,6 | 4,6 | - | 4,4 | 4,8 | 8,3 | 7,9 | - | - |
| 6 | Cloruro | mg/l | 5,3 | 7,1 | - | 6,4 | 5,6 | 7,6 | 8,1 | - | - |
| 7 | Calcio | mg/l | 6,9 | 7,7 | - | 5,1 | 4,4 | 3,9 | - | - | - |
| 8 | Magnesio | mg/l | 4,7 | 1,5 | - | 1,9 | 1,9 | 1,8 | - | - | - |
| 9 | Potasio | mg/l | 2,6 | 1,8 | - | 0,75 | 2,1 | 2,2 | - | - | - |
| 10 | Aluminio | mg/l | 0,19 | 0,36 | 0,47 | 0,44 | 0,39 | 0,5 | 0,08 * | 0,22 | |
| 11 | Cobre | mg/l | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | |
| 12 | Cromo | mg/l | - | 0,013 | 0,02 | - | - | - | - | - | - |
| 13 | Hierro | mg/l | 0,1 | 0,19 | 0,41 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,14 | 0,39 | |
| 14 | Manganeso | mg/l | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,8 | |
| 15 | Zinc | mg/l | 0,02 | 0,014 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,018 | 0,01 | 0,04 | |
| 16 | Nitrato | mg/l | 0,08 | 0,1 | 0,19 | 0,2 | 0,19 | 0,2 | 0,5 | - | |
| 17 | Fosfato | mg/l | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,06 | 0,03 | - | - | |

Fuente DGA (2011).

Los valores de concentración surgen a partir de los análisis estadísticos de las bases de datos seleccionadas para la elaboración de la respectiva Norma. Básicamente, se consideraron las bases de datos proporcionadas por la Dirección General de Aguas dada la continuidad de datos por cada parámetro y la distribución espacial de las estaciones de monitoreo en la cuenca del río Valdivia, contabilizándose un total de 18 estaciones distribuidas a lo largo de la cuenca (Figura 5). Por otro lado, la propuesta de NSCA para el río Valdivia considera 8 tramos de vigilancia cubriendo esencialmente la sección media y baja de la cuenca a través del curso principal del río Cruces (por el lado norte) y San Pedro (lado sur) (Figura 6).

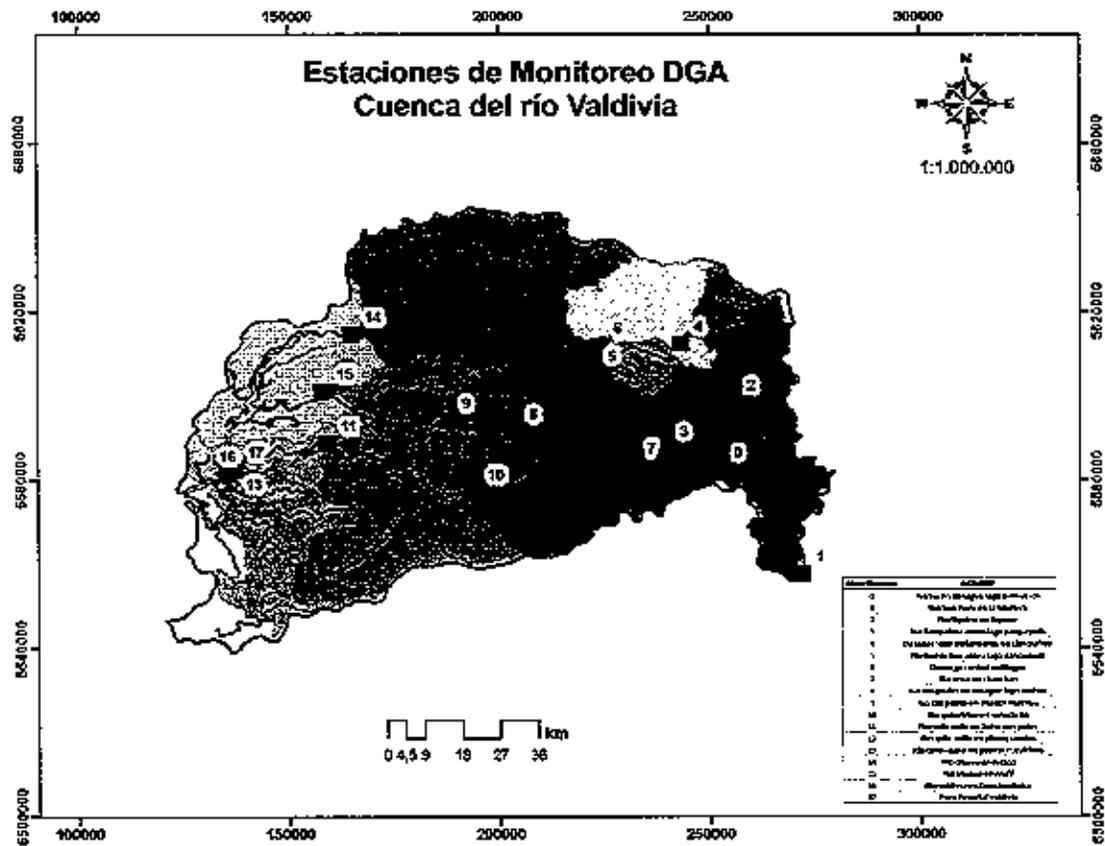


Figura 5. Distribución espacial de estaciones de monitoreo DGA en la cuenca del río Valdivia. Los polígonos en colores corresponden a las microcuencas que drenan a los puntos de las estaciones de muestreo de la DGA

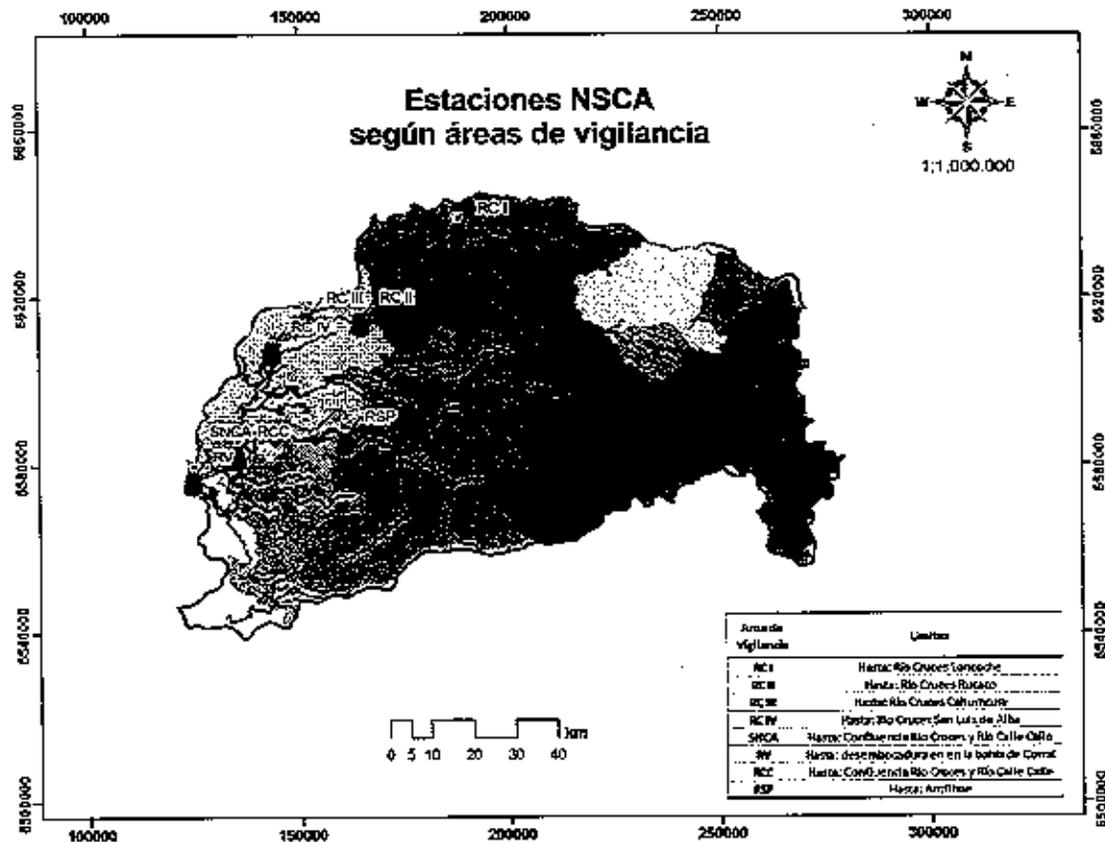


Figura 6. Distribución espacial de estaciones de monitoreo incluidas en las áreas de vigilancia para la NSCA en la cuenca del río Valdivia. Los polígonos en colores corresponden a las microcuencas que drenan a los puntos de las estaciones de muestreo de la DGA.

Los valores límites de concentración por cada parámetro propuesto en la NSCA, representan la calidad actual de las aguas en las diferentes áreas de vigilancia de la cuenca del río Valdivia. Es decir, la totalidad de las actividades sociales y económicas que se desarrollan en la cuenca del río Valdivia, se llevan a cabo con la calidad que representa la actual propuesta de Norma Secundaria. Por lo tanto, los servicios ecosistémicos identificados en la cuenca están vinculados a los tramos de vigilancia de la NSCA, respecto a en qué grado la concentración de los parámetros normados son capaces de mantener la calidad del servicio ecosistémico y, por lo tanto, mantener el flujo de beneficios a la sociedad. Si la calidad actual de los parámetros considerados en la Norma se alteran o modifican (natural o artificialmente), esta variación podría generar un deterioro de la calidad del servicio ecosistémico y, consecuentemente, el bienestar de la sociedad. Por ejemplo, y de manera teórica, la Figura 7 muestra la

relación de la actividad turística en una cuenca ficticia con la concentración de fósforo total. Si se considera que la concentración de fósforo en el agua aumenta a través del tiempo a una tasa determinada, ésta no debería sobrepasar los valores límites que podrían generar eutrofización (10 ug/l PT), debido a las graves consecuencias sobre la biota acuática, calidad de agua y el paisaje que, finalmente, podría afectar indirectamente el turismo, disminuyendo de esta forma el número de visitas proyectado en el tiempo.

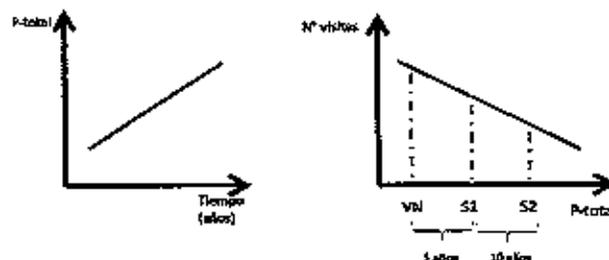


Figura 7. Relación teórica entre NSCA- fósforo total y su efecto sobre el servicio ecosistémico Turismo.

Los servicios ecosistémicos identificados y seleccionados en el presente estudio, están regulados por los diferentes cuerpos normativos vigentes (NCh 409, DS90, NCh 1333), responsables de proteger el uso específico del agua sin considerar aspectos ecológicos, que hacen posible la provisión del servicio ecosistémico, de esta forma tenemos:

➤ **Provisión de agua**

- *Agua Potable (urbana y rural):* actualmente el agua para consumo se rige por la norma primaria de calidad de agua (Nch409/2005; Tabla 22) y cuyo objetivo es la protección de la vida y la salud de la población. El análisis de los parámetros muestra una coincidencia de ocho parámetros entre ambas Normas (cloruro, cobre, hierro, magnesio, manganeso, nitratos, sulfatos y zinc). La alteración de estos parámetros puede implicar un mayor costo de tratamiento del agua para transformarla en agua potable.

Informe Final: Identificación, Cuantificación y Recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del Río Valdivia

Tabla 22. NCh409/1.Of2005. Norma de Calidad para agua potable. Límites máximos de concentración del compuesto o sustancia.

| PARAMETRO | METODO DE ANALISIS | LIMITE MAXIMO |
|---------------------------------|--|--------------------------------|
| Físicos | | |
| Turbiedad | Nefelométrico (SISS, oficial) | 5 UNT |
| Color verdadero | Platino Cobalto (SISS, oficial) | 20 Unid. Pt-Co |
| Olor | Organoléptico (SISS, oficial) | Inodora |
| Sabor | Organoléptico (SISS, oficial) | Insiplido |
| Químicos | | |
| Amoníaco | Espectrofotometría de Absorción Molecular | 0,25 mg/l |
| Arsénico | Espectrofotometría de Absorción Atómica-Horno de grafito | 0,05 mg/l |
| Cadmio | Espectrofotometría de Absorción Atómica-Horno de grafito | 0,01 mg/l |
| Cianuro | Potenciométrico | 0,20 mg/l |
| Cloruro | Volumetría (SISS, oficial) | 250 mg/l |
| Cobre | Espectrofotometría de Absorción Atómica con aspiración directa (SISS, oficial) | 1,0 mg/l |
| Compuestos fenólicos | Espectrofotometría de Absorción Molecular (SISS, oficial) | 0,002 mg/l |
| Cromo hexavalente | Espectrofotometría de Absorción Molecular | 0,05 mg/l |
| Detergentes aniónicos (SAAM) | Espectrofotometría de Absorción Molecular (SISS, oficial) | 0,50 mg/l |
| Fluoruro | Electrodo específico | 1,5 mg/l |
| Herbicida organoclor 2,4-D | Cromatografía de gases | 100 ug/l |
| Herbicida organoclor Fenoprop | Cromatografía de gases | 10 ug/l |
| Hierro | Espectrofotometría de Absorción Molecular | 0,3 mg/l |
| Magnesio | Espectrofotometría de Absorción Atómica con aspiración directa (SISS, oficial) | 125 mg/l |
| Manganeso | Espectrofotometría de Absorción Atómica con aspiración directa (SISS, oficial) | 0,10 mg/l |
| Mercurio | Espectrofotometría de Absorción Atómica - Generación de vapor frío (SISS, oficial) | 0,001 mg/l |
| Nitrato | Espectrofotometría de Absorción Molecular (SISS, oficial) | 10 mg/l |
| Nitrato | Espectrofotometría de Absorción Molecular (SISS, oficial) | 1,0 mg/l |
| Pesticida organoclor lindano | Cromatografía de gases | 3 ug/l |
| Pesticida organoclor heptaclor | Cromatografía de gases | 0,1 ug/l (Hept.+Hept.epóx.) |
| Pest organoclor | Cromatografía de gases | 0,1 ug/l (Hept.+Hept.epóx.) |
| Heptaclor epoxico | Cromatografía de gases | 0,1 ug/l (Hept.+Hept.epóx.) |
| Pesticida Organoclor Aldrin | Cromatografía de gases | 0,03 ug/l (Aldrin+dieldrin) |
| Pesticida Organoclor Dieldrin | Cromatografía de gases | 0,03 ug/l (Aldrin+dieldrin) |
| Pesticida Organoclor Clordano | Cromatografía de gases | 0,3 ug/l |
| Pesticida Organoclor Endrin | Cromatografía de gases | 0,2 ug/l |
| Pesticida Organoclor DDT | Cromatografía de gases | 3 ug/l |
| Pest Organoclor | | |
| Hexaclorobenceno | Cromatografía de gases | 0,01 ug/l |
| Pesticida Organoclor Metoxiclor | Cromatografía de gases | 30 ug/l |
| Pesticida Organoclor Toxafeno | Cromatografía de gases | 5 ug/l |
| pH | Electrométrica (SISS, oficial) | 6 - 8,5 |
| Plomo | Espectrofotometría de Absorción Atómica-Horno de grafito | 0,05 mg/l |
| Residuo sólido filtrable | Gravimetría | 1000 mg/l |
| Selenio | Espectrofotometría de Absorción Atómica-Generación de Hidruros | 0,01 mg/l |
| Sulfato | Cromatografía iónica con supresión de conductividad del efluente | 250 mg/l |
| Triclorometano | Cromatografía de gases | 0,1 mg/l |
| Zinc | Espectrofotometría de Absorción Atómica con aspiración directa (SISS, oficial) | 5 mg/l |
| Microbiológicos | | |
| Coliformes totales | membrana (NCh 1620/2 Of 1984) | ver (1) |
| Coliformes totales | Cromogénico (NCh 2043 Of 1998) | ver (1) |
| Coliformes totales | Método de los Tubos Múltiples (NCh 1620/1 Of 1984) | ver (1) |
| De desinfección | | |
| Cloro residual libre | Método Colorimétrico DPD | ver (2) |

(1) N° máximo de muestras contaminadas en el mes: 1, si se analizaron =10 muestras; =10%, si se analizaron >10 muestras. N° máximo de muestras contaminadas en el mes con =5 coliformes/100 ml: =5% muestras, si se analizaron =20 muestras; 1 muestra, si se analizaron <20 muestras

(2) Valor de cloro libre aceptado: =0,2 mg/l (servicios de agua potable tienen otras exigencias: =80% muestras con valores =0,2 mg/l, =20% muestras con valores <0,2 mg/l, =5% muestras con valores 0,0 mg/l; período considerado: 1 mes)

- **Agua para Agricultura:** los requerimientos de agua de buena calidad para el riego, está condicionada por los tipos de cultivos. Los cultivos sensibles son afectados por iones tales como sodio, cloro, bicarbonatos, nitrógeno total y por los metales presentes. La NSCA considera parámetros claves para la actividad agrícola (pH, sodio, nitratos, fosfatos y metales como aluminio, zinc, hierro, manganeso, cobre, cromo, entre otros). La mantención de la calidad actual de estos parámetros en las aguas de la cuenca del río Valdivia es crucial para mantener los niveles de producción (Tablas 23 y 24).

Tabla 23. Norma Chilena Oficial 1333.Of78, modificada en 1987. "Requisitos de Calidad del Agua para Riego"

| Elemento | Unidad | Límite Máximo(1) |
|--------------------|-----------|------------------|
| pH | | 5.5 - 9.0 |
| Aluminio | mg/l | 5.00 |
| Arsénico | mg/l | 0.10 |
| Bario | mg/l | 4.00 |
| Berilio | mg/l | 0.10 |
| Boro | mg/l | 0.75 |
| Cadmio | mg/l | 0.010 |
| Cianuro | mg/l | 0.20 |
| Cloruros | mg/l | 200.00 |
| Cobalto | mg/l | 0.050 |
| Cobre | mg/l | 0.20 |
| Cromo | mg/l | 0.10 |
| Flúoruro | mg/l | 1.00 |
| Hierro | mg/l | 5.00 |
| Litio | mg/l | 2.50 |
| Litio (cítricos) | mg/l | 0.075 |
| Manganeso | mg/l | 0.20 |
| Mercurio | mg/l | 0.001 |
| Molibdeno | mg/l | 0.010 |
| Níquel | mg/l | 0.20 |
| Plata | mg/l | 0.20 |
| Plomo | mg/l | 5.00 |
| Selenio | mg/l | 0.020 |
| Sodio porcentual | % de Na | 35.00 |
| Sulfatos | mg/l | 250.00 |
| Vanadio | mg/l | 0.10 |
| Zinc | mg/l | 2.00 |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | 1000 |

(1) El Ministerio de Obras Públicas podrá autorizar valores mayores o menores de estos elementos, excepto pH y coliformes fecales.

Tabla 24. Rangos de conductividad y sólidos disueltos normados para la actividad agrícola.

| Clasificación | Conductividad Específica (c) umhos/cm a 25°C | Sólidos Disueltos Totales (s) mg/l a 105°C |
|--|--|--|
| Agua con la cual generalmente no se observarán efectos perjudiciales | $c < 750$ | $s < 500$ |
| Agua que puede tener efectos perjudiciales en cultivos sensibles | $750 < c < 1500$ | $500 < s < 1000$ |
| Agua que puede tener efectos adversos en muchos cultivos y necesita de métodos de manejo cuidadosos | $1500 < c < 3000$ | $1000 < s < 2000$ |
| Agua que puede ser usada para plantas tolerantes en suelos permeables con métodos de manejo cuidadosos | $3000 < c < 7500$ | $2000 < s < 5000$ |

Fuente: Jeréz (1994)

- *Agua para Acuicultura:* Los requerimientos del agua para la actividad acuícola (Tabla 25) está condicionada por las concentraciones de oxígeno, amonio y temperatura. La NSCA regula parámetros como el oxígeno y metales (aluminio, hierro, cobre, zinc, manganeso), sensibles para este tipo actividad a lo largo de la cuenca.

Tabla 25. Criterios de Calidad de agua para Acuicultura

| Parámetros | Concentración óptima en Cultivo (mg/l) |
|---|---|
| Alcalinidad | 50-300 |
| Amonio | <0,0125 |
| Nitrogeno Amoniacal Total (TAN) | <1,0 |
| Calcio | 4-160 |
| Cloruro | <20 |
| CO2 | <20 |
| Dureza Total (CaCO3) | >100 |
| Fósforo total (como P2O5) | 0,01 - 3,0 |
| Magnesio | <15 |
| Manganeso | <0,01 |
| Nitrato | 0-400 o mas |
| Nitrito | <1 0,1 en aguas blandas |
| Oxígeno | >5 y <110% saturación |
| pH | 6,5 - 8,5 |
| Potasio | <5 |
| Salinidad (en sistema de recirculación) | 3% en el sistema |
| Saturación de Gases (N2) | <110% presión de gas Total o <103% como gas nitrogeno |
| Sólidos Disueltos | <400 |
| Sólidos Suspendedos Totales | <80 |
| Sulfato | <50 |
| Sulfitos | |
| Sulfuros | 0,5-1 |
| Trazas metales en agua | |
| Aluminio | <0,01 |
| Arsenico | <0,05 |
| Bario | <5 |
| Cadmio | <0,005 para alcalinidad <100mg/l o <0,005 para alcalinidad >100mg/l |
| Cobre | 0,006 para alcalinidad <100mg/l o 0,03 para alcalinidad >100mg/l |
| Mercurio | <0,02 |

| | |
|----------|--------|
| Níquel | <0,1 |
| Selenio | <0,001 |
| Plata | <0,003 |
| Zinc | <0,005 |
| Turbidez | |
| Ozono | <0,005 |

Fuente: *Elaboración propia*

- **Agua para Hidroenergía:** No existe relación con la NSCA debido a que la generación de energía depende de la cantidad de agua y no de la calidad, aunque dependiendo de la tecnología de generación, pudiera modificar el oxígeno disuelto y los sólidos suspendidos y totales.

➤ **Servicios de regulación**

Depuración y regulación de contaminantes

La capacidad de los cursos de agua para depurar y regular los contaminantes está condicionada por la capacidad de dilución del agua y la captura de los contaminantes a nivel de los sedimentos. La NSCA al normar los 17 parámetros, cautela un piso base de calidad por cada parámetro y por lo tanto, los parámetros de las actuales normas de emisión debieran debe ser concordante con los parámetros establecidos en el DS 90 (Tabla 26).

Tabla 26. DS/90: Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales considerando la capacidad de dilución del receptor

| Contaminante | Unidad | Expresión | Límite Máximo Permissible |
|--------------------------------------|---------------------|------------------|---------------------------|
| Aceites y Grasas | mg/l | A y G | 50 |
| Aluminio | mg/l | Al | 10 |
| Arsénico | mg/l | As | 1 |
| Boro | mg/l | B | 3 |
| Cadmio | mg/l | Cd | 0,3 |
| Cianuro | mg/l | CN ⁻ | 1 |
| Cloruros | mg/l | Cl ⁻ | 2000 |
| Cobre Total | mg/l | Cu | 3 |
| Coliformes Fecales y Termotolerantes | NMP/100 ml | Coli/100 ml | 1000 |
| Índice de Fenol | mg/l | Fenoles | 1 |
| Cromo Hexavalente | mg/l | Cr ⁶⁺ | 0,2 |
| DBO ₅ | mgO ₂ /l | DBO ₅ | 300 |
| Fluoruro | mg/l | F | 5 |
| Fósforo | mg/l | P | 15 |
| Hidrocarburos Pijos | mg/l | HF | 50 |
| Hierro Disuelto | mg/l | Fe | 10 |

Informe Final: Identificación, Cuantificación y Recopilación de Valores Económicos para los Servicios Ecosistémicos de la Cuenca del Río Valdivia

| | | | |
|-----------------------------|--------|---|-----------|
| Manganeso | mg/l | Mn | 3 |
| Mercurio | mg/l | Hg | 0,01 |
| Molibdeno | mg/l | Mo | 2,5 |
| Níquel | mg/l | Ni | 3 |
| Nitrógeno Total Kjeldahl | mg/l | NKT | 75 |
| Pentaclorofenol | mg/l | C ₅ OCl ₅ | 0,01 |
| PH | Unidad | pH | 6,0 - 8,5 |
| Plomo | mg/l | Pb | 0,5 |
| Poder Espumógeno | min. | PE | 7 |
| Selenio | mg/l | Se | 0,1 |
| Sólidos Suspendedos Totales | mg/l | SS | 300 |
| Sulfatos | mg/l | SO ₄ ²⁻ | 2000 |
| Sulfuros | mg/l | S ²⁻ | 10 |
| Temperatura | °C | T° | 40 |
| Tetracloroetano | mg/l | C ₂ Cl ₄ | 0,4 |
| Tolueno | mg/l | C ₆ H ₅ CH ₃ | 7 |
| Triclorometano | mg/l | CHCl ₃ | 0,5 |
| Xileno | mg/l | C ₆ H ₄ C ₂ H ₆ | 5 |
| Zinc | mg/l | Zn | 20 |

➤ **Servicios Culturales**

Turismo

Las actividades turísticas que se desarrollan en la cuenca son variadas dentro las cuales se puede hacer mención a la pesca recreativa, actividades náuticas, centros termales, belleza escénica, excursiones, balnearios entre otros. Todas estas actividades se vinculan con la NSCA en cuanto la actividad requiere de una calidad de agua específica que puede ser cautelada a través de la Nch 1.333 of. 78 (Tablas 27 y 28). Por ejemplo la pesca recreativa depende del stock pesquero y éste depende de parámetros tales como el oxígeno, temperatura, amonio y metales.

Tabla 27. Norma Chilena Oficial 1333.OF78, modificada en 1987. Estándar de agua destinada a uso Recreativo

| Característica | Unidad | Requisito | |
|--------------------------------|---------------|---------------------------------|--------------------------|
| | | Contacto Directo | Sin Contacto Directo (1) |
| pH | | 6.5 - 8.3 (2) | |
| Temperatura | °C | 30 (3) | |
| Claridad | Discos Secchi | Vis. 1.2 m profundidad (4), (5) | |
| Sól. flot. vis. y esp. no nat. | | Ausentes | Ausentes |
| Aceites flotantes y grasas | mg/l | 5 (3), (5) | 5 (3), (5) |
| Aceites y grasas emulsif. | mg/l | 10 (3), (5) | 10 (3), (5) |
| Color verdadero | Esc. Pt - Co | 100 (3), (5), (6) | |
| Turbiedad | Esc. SIO d2 | 50 (3), (5) | |
| Coliformes fecales | NMP/100ml | 1000 (3), (5) | |
| Olor | | -7 | -7 |
| Sabor | | -7 | -7 |