

Propuesta

INCORPORACIÓN DE BIOINDICADORES EN LA NORMA SECUNDARIA DE CALIDAD DE AGUA PARA EL LAGO VILLARRICA.

Preparado por subcomisión técnica - bioindicadores proceso normativo NSCA lago Villarrica

Hernán Muñoz, CONADI
Rodrigo Palma, SAG
Ricardo Torrijos, SERNAPESCA
Ana Maria Prado, Seremi de Salud

Introducción

Procesos normativos de calidad de agua para ríos y lagos en Chile se han venido desarrollando en los últimos años, por ejemplo para el Río Bío Bío y Lago Llanquihue. La discusión para incorporar bioindicadores en dichas normas, como parámetros de control, no tuvo eco en los casos antes citados debido al criterio preestablecido por la autoridad (CONAMA) basado en la calidad química actual y en la data preexistente contrastable.

En la región de La Araucanía se encuentra en estudio la configuración de la norma secundaria de calidad ambiental para el Río Imperial y el Lago Villarrica. Con el fin de incorporar bioindicadores en la norma para el Lago Villarrica se ha creado una comisión ad-hoc. Cuyos resultados son mostrados en esta oportunidad

Se ha analizado la inclusión como bioindicadores de calidad considerando comunidades de diferentes niveles tróficos (fitoplancton, fitobentos, zooplanton, macroinvertebrados, moluscos, crustáceos y macrófitos), de los cuales se cuenta con información, se conoce las metodologías y su costo es considerado moderado.

Objetivo

Proponer bioindicadores para ser incorporados a la Norma Secundaria de Calidad de Agua para el Lago Villarrica

Métodos

Áreas de vigilancia

Para el seguimiento temporal de bioindicadores a ser usados en la NSCA para el Lago Villarrica, se propone hacer una tipificación o clasificación del áreas de influencia sobre el lago teniendo como base la información entregada en el Tercer Informe a CONAMA por la Universidad Austral del estudio: "Diagnóstico de la calidad de las aguas del lago Villarrica", en marzo de 2009.

Bioindicadores

Para seleccionar los bioindicadores a ser propuestos para la NSCALV, se trabajó con la metodología de panel de expertos, cuyos participantes se entregan en tabla 1, todo ellos miembros de la Sociedad Chilena de Limnología. El panel evaluó la factibilidad de uso de los siguientes grupos: fitoplancton, fitobentos, zooplanton, macroinvertebrados, moluscos, crustáceos y macrófitos.

De acuerdo a la información disponible de los grupos seleccionados como bioindicadores, se fijaron cinco niveles de calidad: 1 = muy buena; 2 = buena; 3 = regular; 4 = mala y 5 = muy mala en conformidad a clasificación estándar. Los valores de calidad fueron establecidos considerando dos criterios:

a) la condición actual más desfavorable presente en el lago, correspondiendo a una condición oligo-mesotrófico para el sitio La Poza de Pucón, en calidad 4, Según el informe final: "Diagnóstico de la calidad de las aguas del lago Villarrica" entregado a CONAMA por la Universidad Austral en octubre de 2009.

b) la información disponible para el lago Villarrica de cada grupo seleccionado como bioindicador, especialmente la existente para La Poza.

La utilización de índices bióticos como indicadores de calidad fue discutida considerando tanto la falta de información como la necesidad de obtener información sistematizada de mediano plazo.

Tabla 1.- Nomina de participantes del panel de expertos

| NOMBRE PROFESIONAL | Área Temática | INSTITUCIÓN |
|--------------------------|------------------------------|---|
| Mg. ENRIQUE HAUENSTEIN | Macrófitos, Botánica | Universidad Católica de Temuco, Escuela de Ciencias Ambientales |
| Mg. ESPERANZA PARADA | Moluscos, Ecología | Universidad Católica de Temuco, Escuela de Ciencias Ambientales |
| Mg. SANTIAGO PEREDO | Moluscos, Reproducción | Universidad Católica de Temuco, Escuela de Ciencias Ambientales |
| Dra. GLADYS LARA | Moluscos, Ecología | Universidad Católica de Temuco, Escuela de Ciencias Ambientales |
| Dr. PATRICIO DE LOS RÍOS | Zooplankton, Ecología | Universidad Católica de Temuco, Escuela de Ciencias Ambientales |
| Dr. RICARDO FIGUEROA | Macroinvertebrados, Ecología | Universidad de Concepción, Centro EULA |
| Dra. FABIOLA CRUCES | Fitoplancton, Botánica | Universidad de Concepción, Departamento de Botánica |
| Dr. CARLOS JARA | Crustáceos, Ecología | Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias |
| Dr. STEFAN WOLFL | Zooplankton, Limnología | Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias |

Resultados

1.- Áreas de vigilancia.

El informe final de la Universidad plantea dos áreas de vigilancia el cual considera las características propias de un ecosistema lótico, diferenciando la condición especial de trofia (oligo-mesotrófico) que tiene la Poza de Pucón (tr. (figura 1). Sobre esta base, preliminar mente se han definido 7 áreas de vigilancia para la zona litoral y una para zona pelagial del lago.

Para la zona litoral la división se basó en las subcuencas de drenaje establecidas en el tercer informe entregado por la Universidad Austral. Se distinguen las siguientes subcuencas: Ribera Norte, Quelhue, Pucón - El Claro, Volcán Villarrica, Candelaria -Los Chilcos, Molco y Huincacara (figura 2).

Se sugiere que para determinar en forma definitiva las áreas de vigilancia, se realice un análisis multifactorial que establezca similitudes entre áreas con el objetivo de mantener o reducir el número de áreas propuestas. Para el análisis, se deberán considerar entre otros, los siguientes criterios: superficie, caudal, nutrientes (N y P), carga artificial puntual, carga artificial difusa, tipo de suelo y uso de suelo, toda información actualmente disponible.

Figura 1. Áreas de vigilancia para el lago Villarrica propuesto en informe final estudio "Diagnóstico de la calidad de las aguas del lago Villarrica.

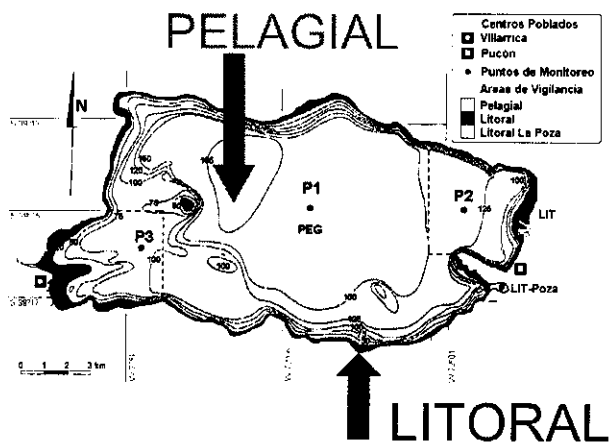
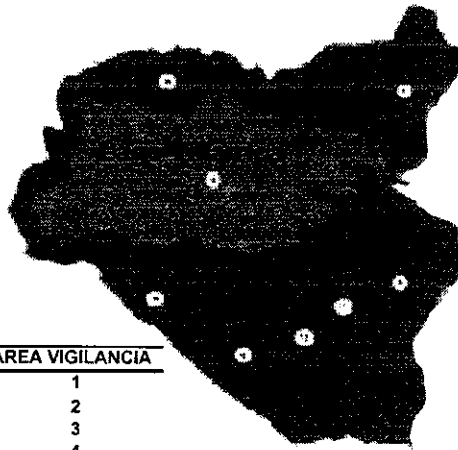


Figura 2.- Propuesta de áreas de vigilancia para la zona litoral.



| ZONA | SUBCUENCA | AREA VIGILANCIA |
|----------|-------------------------|-----------------|
| LITORAL | Ribera Norte | 1 |
| | Quelhue | 2 |
| | Pucón - El Claro | 3 |
| | Volcán Villarrica | 4 |
| | Candelaria -Los Chilcos | 5 |
| | Molco | 6 |
| | Huincacara | 7 |
| | La Poza Pucón | 8 |
| PELAGIAL | Lago | 9 |

2.- Selección de bioindicadores

En la Tabla 1 se muestra los resultados del trabajo realizado por el panel de expertos. La información existente, características de cada grupo como predictor de cambios ambientales, expresado tanto en abundancia (densidad) como en composición específica (riqueza y diversidad) y metodología existente, fueron los principales elementos discriminantes considerados. Tres grupos representarían de mejor manera requisitos para ser usados como bioindicadores en una futura Norma Secundaria para el Lago Villarrica: Algas (fitoplancton y fitobentos), macrófitas y moluscos bivalvos.

Tabla 1.- Características de los potenciales grupos utilizados como bioindicadores en la NSCALV (* grupo seleccionado)

| Grupo | Taxón | Características Grupo | Discriminante |
|-----------------------|--|---|--|
| Animales Bentónicos | Crustáceos | Decápodos y Anfípodos son grupos que responden a presencia de materia orgánica (polífagos) en zona litoral y que se caracterizan por poseer un amplio rango de tolerancia, por lo tanto bajo poder predictor para un ambiente oligotrófico | *No hay suficiente información científica (abundancia, distribución y diversidad) de estos grupos que respalde su uso como bioindicador. |
| | *Moluscos (Lara & Parada, 1988, 1991, 2009; Parada & Peredo, 2002; Parada et al. 2007; Grandón et al. 2008). | Específicamente se selecciona a <i>Diplodon chilensis</i> : especie bien conocida desde el punto de vista taxonómico, de amplia distribución geográfica, d e ciclo de vida largo y reproducción estacional. Se conocen densidades en sustratos específicos para el alga Villarrica (la Poza) que ayudan a establecer niveles máximos esperados para condición oligo-mesotrófica. Capaces de enfrentar condiciones anóxicas extremas. | -Importante información científica acumulada. -Metodologías de muestreo y protocolos conocidos -Costo moderado. |
| | Insectos (Figuerola et al., 2007) | Los insectos acuáticos (macroinvertebrados bentónicos) son ampliamente usados como bioindicadores de calidad de agua para ambientes lóticos. En lagos hay experiencias de su uso basados en la determinación de las abundancias de oligoquetos y quironómidos | -No hay suficiente información científica (abundancia, distribución y diversidad) de estos grupos que respalde su uso como bioindicador para el lago Villarrica. |
| Animales Planctónicos | Zooplankton | Las comunidades responden favorablemente a cambios en los niveles de trofia, experimentando sustitución de especies que dan cuenta de los cambios en las abundancia y composición específica del fitoplancton, sobre todo en la zona pelagial | -Composición específica conocida principalmente en el pelagial -Metodologías de muestreo y protocolos conocidos. -Costo moderado |
| Vegetales: Plancton | *Fitoplancton (Hill et al., 2000) | Debido a la sensibilidad de la comunidad algal que representa un ecosistema con niveles bajos a medio de productividad (zona pelagial), las alteraciones en las interrelaciones naturales con su cuenca y las presiones de uso, pueden ser uno de los primeros componentes bióticos que se vea afectado. Su seguimiento y análisis entregaría la condición general del la masa de agua (lago). Cambios en la abundancia y diversidad se correlacionan positivamente con el parámetro clorofila a. | -Composición específica conocida -Metodologías de muestreo y protocolos conocidos. -Bajo costo comparativo |
| Vegetales: Bentos | *Fitobentos (Schaumburg et al., 2004; Dokulil, 2003) | Efectos locales (tramos o sitios) por uso de territorio y contaminación difusa que aportan nutrientes puede rápidamente modificar comunidades en la zona litoral. Su seguimiento y análisis entregan una visión de efectos puntuales. Las algas poseen ciclos de vida cortos, respondiendo rápidamente a los cambios en el ambiente. | -Composición específica conocida -Metodologías de muestreo y protocolos conocidos. -Bajo costo |
| Plantas acuáticas | *Macrófitas (Hawkes et al., 1997; Ellenberg, 1974; San Martín et al., 2003) | Plantas acuáticas y palustres, que crecen y dominan con requerimientos de hábitat se ven influenciadas fuertemente por la competencia interespecífica. Se han definido escalas de valores en respuesta a exigencias de las especies frente a concentraciones disponibles de nitrógeno (especie valor 1, aguas pobres en nitrógeno, o especies valor 9, ricas en nitrógeno). | -Composición específica conocida -Metodologías de muestreo y protocolos conocidos y fáciles de aplicar -Bajo costo comparativo |

2.- Valores de calidad usando bioindicadores.

Para cada grupo de organismos seleccionados como bioindicador, se definió la metodología a ser utilizada y el nivel de calidad respectivo que deberá tenerse en cuenta para cada área de vigilancia en la norma. En la tabla 2 se muestran cada uno de los valores de calidad posibles en conformidad a datos cuantitativos (densidad y/o riqueza) de los grupos propuestos como bioindicadores.

Tabla 2.- Metodología y valor de calidad para los grupos propuestos como bioindicadores. (Criterio calidad: 1= muy buena; 2= buena; 3= regular; 4=mala y 5=muy mala)

| Bioindicador | Área de vigilancia | Metodología | Unidad | Calidad- criterio |
|--|--------------------|--|---|--|
| Moluscos (<i>Diplodon chilensis</i>) | Zona litoral | (<20m profundidad) se toman 20 muestras (625 cm ² cada una) en sustrato Areno-fangoso mediante buceo. Monitoreo cada dos años en primavera verano | ind/m ² | Calidad 1 = < 50 Calidad 2=50 y < 80 Calidad 3= 80 y <150 Calidad 4= 150 y <300 Calidad 5= ≥300 |
| *Fitoplancton | Zona pelagial | Se toman muestra de agua (200 ml) en los estratos superficiales de la columna. Las muestras son fijadas en lugol y la identificación se realiza en laboratorio utilizando cámaras de sedimentación un microscopio invertido. Grupos en seguimiento: Chlorophyta, (<i>Mougeotia</i> , <i>Zygnema</i> , <i>Spirogyra</i>) Cianobacteria: <i>Microcystis</i> sp., <i>Anabaena</i> sp., <i>Oscillatoria</i> sp. Diatomeas. Monitoreo cada dos años en primavera verano | Composición de Especies, células/ml y cálculo de Cuocientes de Nygaard | Calidad 1= < 10 ⁵ cel/L y Cuociente < 1 Calidad 2= 10 ⁵ -5X10 ⁵ cel/L y Cuociente entre 1,1-2,5 Calidad 3= 5X10 ⁵ -10 ⁶ cel/L y Cuociente entre 2,6-3,5 Calidad 4= 10 ⁶ - 5X10 ⁷ cel/L y Cuociente entre 3,6-5,0 Calidad 5= > 5X10 ⁷ cel/L y Cuociente > 5 |
| *Fitobentos | Zona litoral | Se selecciona un tipo de sustrato natural que presenta menor desplazamiento como consecuencia de los movimientos del agua (rocas). Se muestrea a poca profundidad (<5m), lugar que debe estar expuesto a la luz. Las muestras son fijadas en lugol y la identificación se realiza en laboratorio utilizando cámaras de sedimentación y un microscopio invertido. Grupos en seguimiento: Chlorophyta, (<i>Mougeotia</i> , <i>Zygnema</i> , <i>Spirogyra</i>) Cianobacteria: <i>Microcystis</i> sp., <i>Anabaena</i> sp., <i>Oscillatoria</i> Diatomeas. Cálculo del Índice Trófico de Diatomeas Monitoreo cada dos años en primavera verano | Composición de Especies y cálculo del Índice Trófico de diatomeas (TDI) | Calidad 1 =TDI <1,5 Calidad 2=TDI 1,6-2,2 Calidad 3=TDI 2,3-2,6 Calidad 4=TDI 2,7-3,2 Calidad 5=TDI >3,3 |
| *Macrófitas | Zona litoral | Censos vegetacionales de 1 ó 2 m ² de superficie, en transectos que consideren, desde la línea de costa, 10 metros hacia la orilla y 10 m hacia el cuerpo de agua. En dichos censos se debe considerar la presencia o ausencia de las especies indicadoras y la cobertura de cada una mediante apreciación visual directa. Para determinación de alteración considerar presencia - ausencia de especies indicadores de alteración trófica de estado oligo-mesotrófico (valor 9): <i>Callitriche verna</i> , <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> , <i>Mimulus luteus</i> , <i>Roripa nasturtium-aquaticum</i> , <i>Egeria densa</i> , <i>Isoetes savatieri</i> , <i>Nitella</i> sp. Monitoreo cada dos años en primavera-verano | Nº presentes con valor 9 | Calidad 1: Ausencia Calidad 2: 1 especie Calidad 3: 2 especies Calidad 4: 3 especies Calidad 5: >4 especies |

3.- Seguimiento y cumplimiento de la calidad de agua por áreas de vigilancia.

a) Cumplimiento de niveles de calidad :

- 1.- zona en cumplimiento: todos los bioindicadores clasifican en calidad **1 ó 2**
- 2.- zona en observación: cuando un bioindicador clasifica en calidad **3 ó 4**.
- 3.- zona latente: cuando dos bioindicadores clasifican en calidad **4**
- 4.- zona saturada: cuando tres o más bioindicadores clasifican en calidad **4 y uno 5**

b) Seguimiento por área de vigilancia:

- **Monitoreo año 0:** correspondiente al año que se inicia el seguimiento oficial por parte de la autoridad competente. La información que se genere corresponderá a la constatación de los niveles de calidad propuestos. Se analiza información teniendo a la vista datos de monitoreo químico.
- **Monitoreo año 2:** La información que se genere corresponderá a la información acumulada en dos años de seguimientos. Se contrasta con los valores de calidad fijados. Si se constatan variaciones, éstas son expuestas en informe y sujetas a verificación en próximo monitoreo. Se analiza información teniendo a la vista datos de monitoreo químico.
- **Monitoreo año 4:** La información que se genere corresponderá a la información acumulada en los últimos 4 años de seguimientos. Si se ratifica modificación de la calidad detectada en el monitoreo anterior, se procede a definir una zona de acuerdo a clasificación entregada en punto 3.a (**cumplimiento, en observación, latente o saturada**). Se analiza información teniendo a la vista datos de monitoreo químico.
- **Monitoreo año 6:** La información que se genere corresponderá a la información acumulada en los últimos 6 años de seguimientos. Si se reitera condición para aquellas zonas clasificadas como **latente o saturada** en el monitoreo anterior, se analiza conjuntamente con valores de parámetros obtenidos en el monitoreo químico y se establecen medidas para revertir condición.
- **Monitoreo año 8:** La información que se genere corresponderá a la información acumulada en los últimos 8 años de seguimiento. Si se reitera condición en monitoreo anterior, para el caso de **zona saturada**, se intensifican acciones tendientes a revertir la condición.
- **Monitoreo año 10:** La información que se genere corresponderá a la información acumulada en los últimos 10 años de seguimiento. Con la información acumulada, se elaborarán índices bióticos que podrán ser usados para revisar (modificar) los niveles de calidad previamente establecidos. Si se constata que la calidad de agua continúa baja en calidad (calidad **4 o 5**), se activa plan de recuperación ambiental.
- **Monitoreos posteriores se ejecutan con la misma secuencia y lógica.**

4.- Manejo de uso de información.

a) Mapas de calidad por área de vigilancia

La información obtenida del seguimiento será utilizada en elaborar mapas de calidad de las áreas de vigilancia para el Lago Villarica, conforme a los criterios de calidad definidos (1 a 5).

b) Elaboración de índices y revisión de niveles de calidad

La información obtenida al cabo de 10 años de seguimiento, será utilizada en la elaboración y adecuación de índices bióticos por grupo bioindicador, por ejemplo la confección de un Índice de Macrofitas (IM). Estos índices serán utilizados para establecer si fuese necesario, modificaciones a los niveles de calidad definidos para el año 0, valores que serán usados en el monitoreo correspondiente al año 12.

Bibliografía

- Dokulil, M.T. 2003. Algae as ecological bio-indicators. In: Bioindicators and biomonitors. B.A.Markert, A.M.Breure & H.G.Zechmeister (eds.). Elsevier Science Ltd. 285-327 pp.Figueroa R., A. Palma, V. Ruiz & X.
- Niell. 2007. Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región Revista Chilena de Historia Natural 80: 225-242, Grandón
- M., J. Barros & R. González. 2008. Caracterización metabólica de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) expuesto a anoxia experimental. Revista de Biología Marina y Oceanografía 43(3): 531-537
- Lara G & E Parada. 1988. Distribución espacial y densidad de *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) en el lago Villarrica (30°18'S;72°05'W). Bol.Soc.Biol.Concepción. Tomo 59:105-114.
- Lara G & E Parada. 1991. Seasonal changes in the condition index of *Diplodon chilensis chilensis* (Gray, 1828) in sandy and muddy substrata. Villarrica lake. Chile. (39°18'S; 72°05'W). Bol.Soc.Biol. de Concepción Tomo 62: 99-106.
- Lara G & E Parada. 2009. Substrate selection by the freshwater mussel *Diplodon chilensis* (Gray 1828): Field and laboratory experiments. Journal of Molluscan Studies 75: 153-157.
- Parada E & S Peredo. 2002. Estado actual de la taxonomía de bivalvos dulceacuícolas chilenos: progresos y conflictos. Revista Chilena de Historia Natural. 75:691-701
- Parada, E. & S. Peredo, J. Valenzuela & D. Manuschevich. 2007. Extention of the current northern distribution range of freshwater mussel *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia:Hyriidae) in Chile. Gayana 71(2):212-215.
- Schaumburg J., C. Schranz, G. Hofmann, D. Stelze, S. Schneider & U. Schmedtje. 2004. Macrophytes and phytobenthos as indicators of ecological status in German lakes- a contribution to the implementation of the Water Framework Directive. Limnologica 34: 302-314.
- Universidad Austral de Chile 2009. Tercer informe "Diagnóstico de la calidad de las aguas del lago Villarrica", marzo 2009.
- Universidad Austral de Chile 2009. Informe final "Diagnóstico de la calidad de las aguas del lago Villarrica", octubre 2009.

Agradecimientos

En forma muy especial agradece a los profesionales que participaron en el panel de expertos quienes aportaron su experiencia científica y práctica en el tema grupos a ser usados como bioindicadores y su tiempo permitiendo de este modo, dar cuerpo a la presenta propuesta. Al mismo tiempo agradecer a la Sociedad Chilena de Limnología, quien en su último congreso realizado en Coyhaique (octubre 2009), propició un espacio de discusión sobre el particular, permitiendo intercambiar opiniones y hacer mas robusta la propuesta.

REUNIÓN
COMITÉ OPERATIVO NORMA SECUNDARIA PARA LA PROTECCIÓN DE LAS
AGUAS DEL LAGO VILLARRICA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA
25 de noviembre de 2009
Temuco

I.- HORA DE INICIO: 15:00 Hrs.

II.- ASISTEN A LA REUNION

| Nombre | Institución |
|----------------------|-----------------------------|
| Ricardo Vergara C | SERNAPESCA Araucanía |
| Marysol Azocar | DGA Central |
| Rodrigo Fuentes M. | DGA Araucanía |
| Juan Harries | DIRECTEMAR |
| Hernan Muñoz P. | CONADI SDN Temuco |
| Rodrigo Palma | SAG Araucanía |
| Lisette Vasconcello | GORE Araucanía |
| Francisco Quesada U. | Municipalidad de Villarrica |
| Pablo Verdugo V. | CONAMA Araucanía |

III.- OBJETIVOS

1.- Conocer y discutir la propuesta de la Comisión de bioindicadores para su incorporación en el anteproyecto de Norma Secundaria de calidad Ambiental para la Protección de las aguas del Lago Villarrica.

IV.- DESARROLLO DE LA REUNIÓN

El profesional de CONAMA Pablo Verdugo señala que tal como se informó anteriormente, el anteproyecto de norma fue enviado a la Dirección Ejecutiva de CONAMA para su aprobación e inicio de la siguiente etapa, consistente en la Consulta Pública.

Asimismo reitera que no obstante el anteproyecto fue enviado sin la propuesta de bioindicadores, consensuada se aclaró que dicha propuesta será incorporada en la etapa de consulta pública, para lo cual se cuenta con el plazo para esos efectos.

Informado esto, deja la palabra al representante del SAG, Sr. Rodrigo Palma, coordinador de la comisión de bioindicadores para que haga la presentación respectiva.

El Sr. Rodrigo Palma expone aspectos generales del proceso de elaboración de la propuesta a presentar señalando que dicha trabajo es el resultado de la colaboración de varios investigadores de las universidades de Concepción, Católica de Temuco y Austral de Chile con quienes se realizó un taller, reuniones personales y conversaciones telefónicas.

Igualmente destaca la importancia que ha tenido la comisión de bioindicadores en el contexto del funcionamiento del Comité Operativo, puesto que a su juicio es la única

instancia de esta clase que se ha conformado para estos fines en un proceso de elaboración de norma secundaria.

Dicho lo anterior procede a exponer su propuesta indicando que en el proceso se identificaron una serie de especies indicadoras de las cuales se mostró sus beneficios y desventajas para posteriormente identificar las mejores candidatas a incorporar al anteproyecto.

Se señala, desde un punto de vista científico, las metodologías y los valores a normar por cada bioindicador seleccionado, concluyéndose finalmente que existe suficiente información técnica y científica para respaldar dicha propuesta.

Por último señala que la institución que debiera hacerse cargo de esta materia en el Programa de Vigilancia es la DGA.

Al respecto el representante de CONAMA Pablo Verdugo consulta si la comisión realizó un análisis a cerca de la viabilidad legal e institucional para la aplicación de la propuesta, en especial lo referido a:

1.- Claridad respecto de las atribuciones de la DGA, puesto que dicha institución ha manifestado en más de una ocasión su voluntad de asumir este tema e incorporarlo al PV, sin embargo ello debe estar adecuadamente respaldado por su ley orgánica institucional. Al respecto se le consulta a la representante de la DGA Central Marysol Azocar, cual es la postura de su institución, a lo cual responde que la DGA está en condiciones de asumir esta responsabilidad, pero que sin embargo es necesario aclarar si la DGA tiene las atribuciones suficientes y necesarias para hacerse cargo en lo formal.

2.- Claridad respecto de si es necesario que las metodologías empleadas para el monitoreo estén normalizadas por el INN u otra institución, como la misma DGA, para lo cual debiera existir un documento formal (resolución, decreto, etc.) que lo estipule.

3.- Claridad respecto si existe información respecto de la correlación entre el estado trófico del lago y la estructura de las comunidades acuáticas. Al respecto el profesional de CONAMA responde que no necesariamente los bioindicadores responden a un valor determinado de un nutriente, sino que sus alteraciones pueden ser el resultado de procesos acumulativos o integrados con otros múltiples factores. En este sentido uno de los mejores beneficios de incorporar los bioindicadores es la posibilidad de integrarlos al plan de vigilancia, lo que permitirá generar mucha información con el paso de los años, esta información permitirá mejorar la eficacia de la norma al ajustar los valores de los parámetros para el cumplimiento del objetivo que es precisamente proteger el ecosistema y las comunidades acuáticas.

Por otra parte, el representante de CONAMA solicita que dada la importancia de este tema, los integrantes las partes involucradas puedan indagar respecto de los alcances legales de esta propuesta, especialmente en los puntos señalados en los párrafos anteriores.

V.- ACUERDOS

Se acuerda reenviar un correo a los integrantes del Comité Operativo recordando la importancia de revisar y hacer observaciones al documento de propuesta de bioindicadores, lo que permitirá mejorar dicha propuesta.

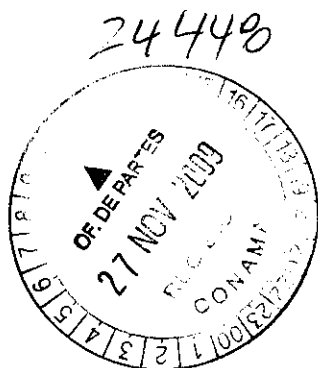
El profesional del SAG recogerá las observaciones y realizará una nueva presentación durante la segunda semana de enero de 2010 aproximadamente, con lo cual se espera concluir este proceso y enviar la propuesta para su incorporación al proyecto definitivo de norma.

Se enviará a la comisión de bioindicadores una propuesta de estructura de contenidos para la elaboración del documento definitivo.

VI.- HORA DE TÉRMINO: La reunión se da por finalizada siendo las 17:30 hrs.



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS



ORD. N° 222 /

MAT. : **Envía Informe Final de Antecedentes para AGIES Villarrica.**

SANTIAGO, 26 DE NOVIEMBRE DE 2009

DE: SRA. MESENIA ATENAS V.
JEFA DEPTO. CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS - DGA

A : SR. HANS WILLUMSEN
JEFE DEPTO. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN - CONAMA

Tengo el agrado de enviar a usted, Informe Final con Antecedentes para el desarrollo del Análisis General de Impacto Económico y Social de la Norma Secundaria de Calidad de Aguas del Lago Villarrica, versión digital e impresa.

Este informe busca apoyar el desarrollo de la consulta pública de la mencionada norma, así como también servir de base para la confección del AGIES definitivo.

Saluda atentamente a usted,

MESENIA ATENAS VIVANCO
Ingeniero Jefe
Depto. Conservación y P.R.H.
RECCION GENERAL DE

MAV/MMJ/

DISTRIBUCIÓN:

- Destinatario.
- Archivo Depto. de Conservación y Protección de Recursos Hídricos.
- **At. Mariela Arévalo.**

PROCESO N° 3444299





GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DPTO. DE CONSERVACION

*ANTECEDENTES PARA EL ANÁLISIS GENERAL
DE IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DE LA
NORMA SECUNDARIA DEL LAGO VILLARRICA*

REALIZADO POR:

**(Norcontrol Chile S.A.). División Medio Ambiente y Prevención de Riesgos
Laborales**

S.I.T. N° 166

SANTIAGO, NOVIEMBRE, 2009



TABLA DE CONTENIDOS

| | Pág. |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 5 |
| 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO..... | 6 |
| 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPACTO DEL AGIES..... | 7 |
| 3.1 Componente Físico..... | 8 |
| 3.2 Componente Ecológico..... | 14 |
| 3.3 Componente Socio-Económico..... | 19 |
| 3.3.1 Sector Primario: Ganadería, Agricultura y Forestal..... | 23 |
| 3.3.2 Sector Secundario: Industria y Construcción..... | 25 |
| 4. MÉTODOS DE VALORACIÓN AMBIENTAL APLICADOS EN EL AGIES DE LA CUENCA DEL LAGO VILLARRICA..... | 39 |
| 4.1 Identificación de Actores Sociales..... | 39 |
| 4.2 Modelo Aplicado de Evaluación-AGIES (MAE-AGIES)..... | 40 |
| 4.2.1 Impacto sobre Calidad de las Aguas (ICA)..... | 41 |
| 4.2.2 Índice de Vulnerabilidad Ambiental (IVA)..... | 41 |
| 4.2.3 Índice de Aporte Económico (AE)..... | 42 |
| 4.2.4 Espacialización de Resultados..... | 48 |
| 5. RESULTADOS..... | 50 |
| 5.1 Identificación de Actores..... | 50 |
| 5.1.1 Actores Claves..... | 50 |
| 5.1.2 Actores Primarios..... | 50 |
| 5.1.3 Actores Secundarios..... | 51 |
| 5.2 Modelo Aplicado de Evaluación-AGIES (MAE-AGIES)..... | 52 |



| | | |
|-----------|---|-----------|
| 5.2.1 | Impacto sobre Calidad de las Aguas (ICA) | 52 |
| 5.2.2 | Índice de Vulnerabilidad Ambiental (VA) | 56 |
| 5.2.3 | Índice de Aporte Económico (IAE) | 63 |
| 5.2.4 | Índice de Impacto Socio-Económico de la Norma (ISE) | 65 |
| 6. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES | 66 |
| 7. | RECOMENDACIONES | 70 |
| 7.1 | Las Comunidades Locales y los Usos del Agua | 71 |
| 7.2 | Planes de Descontaminación | 71 |
| 7.3 | Información Necesaria | 74 |
| 8. | BIBLIOGRAFÍA | 75 |
| 9. | ANEXOS | 76 |
| 9.1 | Anexo 1. Definición de la cuenca del Lago Villarrica | 76 |
| 9.2 | Anexo 2. Funciones y Servicios ambientales de las Cuenas Hidrográficas | 80 |
| 9.3 | Anexo 3. Proyectos Ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental | 86 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1. | Modelo Conceptual de FES-Sistema | 8 |
| Figura 2. | Cuenca del Lago Villarrica | 9 |
| Figura 3. | Límites de las sub-cuenas que conforman la Cuenca del Lago Villarrica | 10 |
| Figura 4. | Unidades Geológicas de la Cuenca del Lago Villarrica | 11 |
| Figura 5. | Usos de Suelo en la Cuenca del Lago Villarrica | 12 |
| Figura 6. | Servicios Ecosistémicos y Bienestar Humano | 17 |
| Figura 7. | Proyectos presentados en SEIA | 21 |



| | |
|--|----|
| Figura 8. Ruta Interlagos | 31 |
| Figura 9. Captación de agua de Curarrehue | 37 |
| Figura 10. Localización de los Sectores Económicos afectados por la NSCA. | 38 |
| Figura 11. Participación de cada sector económico en el PIB de la cuenca del Lago Villarrica | 46 |
| Figura 12. Participación de cada sector Económico en el PIB Regional | 46 |
| Figura 13. Exportaciones de la cuenca del Lago Villarrica en 2006..... | 48 |
| Figura 14. Carga de Nutrientes (ton/año) por Subcuencas según actividades Agropecuarias | 53 |
| Figura 15. Impacto sobre la Calidad de Las Aguas (ICA) | 55 |
| Figura 16. Modelo Digital de Elevaciones | 57 |
| Figura 17. Erosividad de la Cuenca del Lago Villarrica (Factor R) | 57 |
| Figura 18. Erodabilidad de la Cuenca del Lago Villarrica (Factor K)..... | 58 |
| Figura 19. Usos de Suelo Cuenca del Lago Villarrica (Factor C)..... | 58 |
| Figura 20. Erosión Potencial | 59 |
| Figura 21. Permeabilidad de los Suelo Cuenca del Lago Villarrica | 60 |
| Figura 22. Zona Buffers del Lago Villarrica | 61 |
| Figura 23. Isoyetas de la Cuenca del Lago Villarrica | 62 |
| Figura 24. Índice de Vulnerabilidad Ambiental | 63 |
| Figura 25. Índice de Contribución Económica..... | 64 |



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al Informe de Antecedentes para el Análisis General de Impacto Económico y Social (en adelante, AGIES) de la aplicación de la Norma Secundaria de Calidad de Ambiental (NSCA, en lo que sigue) para la Cuenca del Lago Villarrica.

Actualmente la Comisión Nacional del Medio Ambiente, ha comenzado el proceso de elaboración de la (NSCA) para la protección de las aguas del Lago Villarrica, encontrándose en desarrollo la etapa de elaboración del anteproyecto de norma, para ello se ha conformado un equipo interinstitucional de profesionales de los distintos servicios públicos con competencia en la materia (Comité Operativo), instancia que deberá elaborar dicho anteproyecto.

Un Análisis General de Impacto Económico y Social (AGIES) de la aplicación de una norma secundaria de calidad de aguas debería incorporar aspectos ecológicos que permitan tener una idea de los beneficios o servicios que nos otorga un medio ambiente saludable, así como también, los impactos económicos y sociales que este tipo de regulaciones provoca, de manera de no alejarnos demasiado del delicado equilibrio entre la protección del medio ambiente, el desarrollo local económico-social y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, combinación relacionada con el desarrollo sustentable.

Bajo esta óptica, el AGIES debe necesariamente abordarse desde una perspectiva sistémica que dé cuenta de las diversas variables involucradas en la aplicación de una norma. De este modo si consideramos a las subcuencas como un sistema físico, ecológico y social las consecuencias de la aplicación de la norma se pueden visualizar con mayor claridad, lo cual no ocurriría si sólo nos enfocáramos en el componente hídrico. Dado que los impactos socioeconómicos de una norma de calidad ambiental dependen de las características ecológicas y físicas de la cuenca, se considera un marco teórico apropiado para la descripción y análisis del impacto que puede tener una norma de calidad ambiental.

Uno de los mayores problemas de realizar un AGIES es determinar el impacto económico de la aplicación de la norma, ya que los actores del desarrollo productivo de la cuenca donde se pretende implementar la norma, necesitan conocer cómo es que ésta impactará sobre el desarrollo futuro de sus actividades. Este problema está dado por la dificultad de dar un valor a ciertos servicios que nos entrega la naturaleza y que no tienen un mercado formal.

Estos bienes y servicios que la naturaleza entrega a la sociedad son los denominados “servicios ambientales”. La producción de estos servicios ecosistémicos dependerá de la estructura y de los procesos que componen un ecosistema en particular. Es decir, un servicio ambiental está relacionado con los componentes vivos y no vivos que interactúan a través de flujos, como energía y nutrientes, y la mantención de estos servicios dependerá directamente de la salud de los ecosistemas que los sustentan (Facultad de Ciencias – Universidad de Chile, et al, 2008).



De esta manera, en la discusión sobre la aplicación de una norma secundaria de calidad de aguas, el enfoque tradicional consiste en calcular los costos que provocará la aplicación de la norma en los distintos sectores productivos de la cuenca, para luego contrastarlos con los beneficios que se obtendrían de la protección de determinados servicios ecosistémicos, estimando un beneficio neto de la aplicación de la norma a partir de la resta de beneficios menos costos.

El presente estudio pretende ser un apoyo integral que exige el proceso de tramitación de la norma, en relación con los impactos de la misma, identificando los impactos económicos y sociales del anteproyecto de norma secundaria de calidad de aguas en la cuenca del Lago Villarrica, con una aproximación de los índices finales a aplicar, presentando los antecedentes sociales y económicos para evaluación, proponiendo metodologías de evaluación y recomendaciones que contribuyan a la realización de los futuros AGIES, de modo de priorizar la generación de información respecto de las consecuencias socio-económicas de la protección de la calidad de aguas.

En lo específico, este realiza una caracterización general de la problemática de calidad de aguas en la cuenca y se identifican las principales actividades económicas que contribuyen a la contaminación del lago Villarrica. Luego, se realiza el análisis general del impacto económico de la norma a través del *Modelo Aplicado de Evaluación-AGIES (MAE-AGIES)*, para finalmente, presentar las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Objetivo general

Levantar antecedentes para el análisis general del impacto económico y social del anteproyecto de norma secundaria de calidad de aguas en la cuenca del Lago Villarrica.

Objetivos específicos

- Aplicar el método MAE-AGIES para evaluar de manera integrada los efectos de la aplicación de la norma secundaria en la cuenca del Lago Villarrica.
- Identificar el aporte económico de los sectores productivos de la cuenca.
- Identificar las zonas vulnerables respecto de la aplicación de la norma.



3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPACTO DEL AGIES

La exigencia normativa de realizar un análisis general del impacto económico y social, previo al establecimiento de una NSCA tiene por objeto establecer y evaluar claramente los efectos o impactos derivados de la implementación de dicha norma, poniendo énfasis expreso en los costos y beneficios tanto para la población y ecosistemas¹ afectados por ésta, como para los agentes emisores y aquellos que deberán asumir las distintas agencias estatales involucradas en el monitoreo y fiscalización de su cumplimiento².

De esta manera, el legislador extiende ya en la redacción misma de la norma, el alcance de esta evaluación técnica a un objeto mayor que aquel sobre el cual la NSCA se aplica, entendiéndose que existe una relación sistémica entre la acción del hombre y el ecosistema.

Dado lo anterior, el área de influencia para este AGIES debe compartir esta perspectiva sistémica, dando cuenta en sentido amplio de las variables que serían involucradas y se verían afectadas con la implementación de la NSCA, más allá que centrar su atención sólo en el componente hídrico.

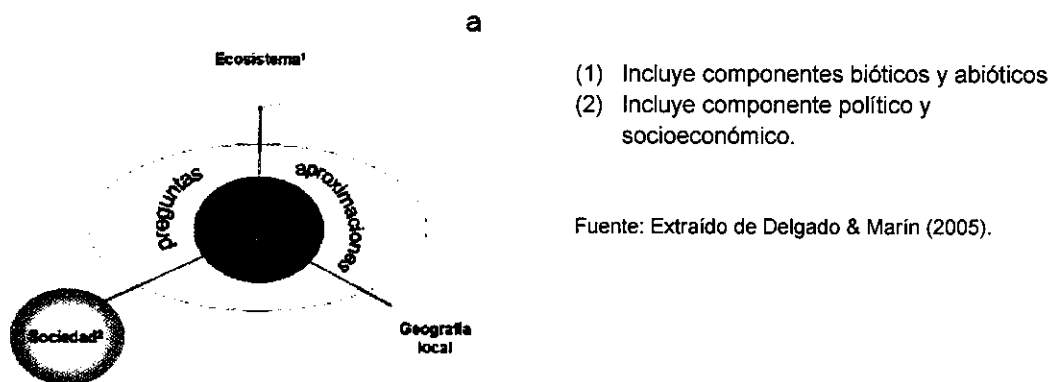
Siguiendo a Delgado & Marín (2005) y Yarrow *et al* (2008), el marco teórico apropiado para realizar un análisis de impacto integral para una NSCA es el denominado FES – Sistema, toda vez que éste se hace cargo de las dimensiones y variables físicas (F), ecológicas (E) y sociales (S), incluyendo en el análisis la interacción sociedad-naturaleza, al incorporar explícitamente al hombre como un componente más del sistema a analizar y sus efectos sobre un área espacial definida (Fig.1).

¹ Es un sistema complejo en el que en un territorio dado, interactúan los componentes bióticos (seres vivos) entre sí y los componentes abióticos (o el conjunto de factores no vivos que forman el ambiente, tales como la temperatura, sustancias químicas presentes, clima, características geológicas, entre otras).

² Tanto la Ley 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, como el Reglamento para la dictación de normas de calidad y emisión (D.S. N°93/95 MINSEGPRES) establecen el requisito de evaluación económica y social de los anteproyectos de planes y normas ambientales. La Ley, de manera general, establece que dentro de las etapas de la dictación de normas se debe realizar un “análisis técnico y económico”. A mayor abundamiento, el reglamento especifica que dicho análisis debe poner énfasis en “... evaluar los costos y beneficios para la población, ecosistemas o especies directamente afectadas o protegidas; los costos y beneficios a el o los emisores que deberán cumplir la norma; y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma”.



Figura 1. Modelo Conceptual de FES-Sistema



A continuación se describen los tres componentes del FES-Sistema cuenca del Lago Villarrica.

3.1 Componente Físico

El Lago Villarrica corresponde a un cuerpo de agua de origen glacial ubicado en el sur de Chile, en la zona precordillerana de la región de la Araucanía, próximo a cordones montañosos de la Cordillera de los Andes. Tiene un volumen de 21 kilómetros cúbicos, cubriendo una superficie aproximada de 176 Km² de extensión, con una profundidad promedio de 120 metros. Este cuerpo de agua posee una forma elíptica, con un eje mayor E-W de 22 Km. y uno menor de 11 Km. y su espejo de agua se encuentra a 230 m sobre el nivel del mar (DGA – Universidad Austral de Chile, 1994).

A esta zona lacustre se accede principalmente mediante la ruta internacional CH-199 que conecta las ciudades argentinas de San Martín y Junín de los Andes, con las ciudades de Pucón y Villarrica a través del paso Mamuil Malal, ubicado a unos 1210 m.s.n.m. Los principales centros poblados circunscritos a la zona del proyecto son las ciudades de Villarrica, Pucón y Curarrehue, localizadas a unos 84, 109 y 142 km. hacia el oriente de la capital regional Temuco respectivamente

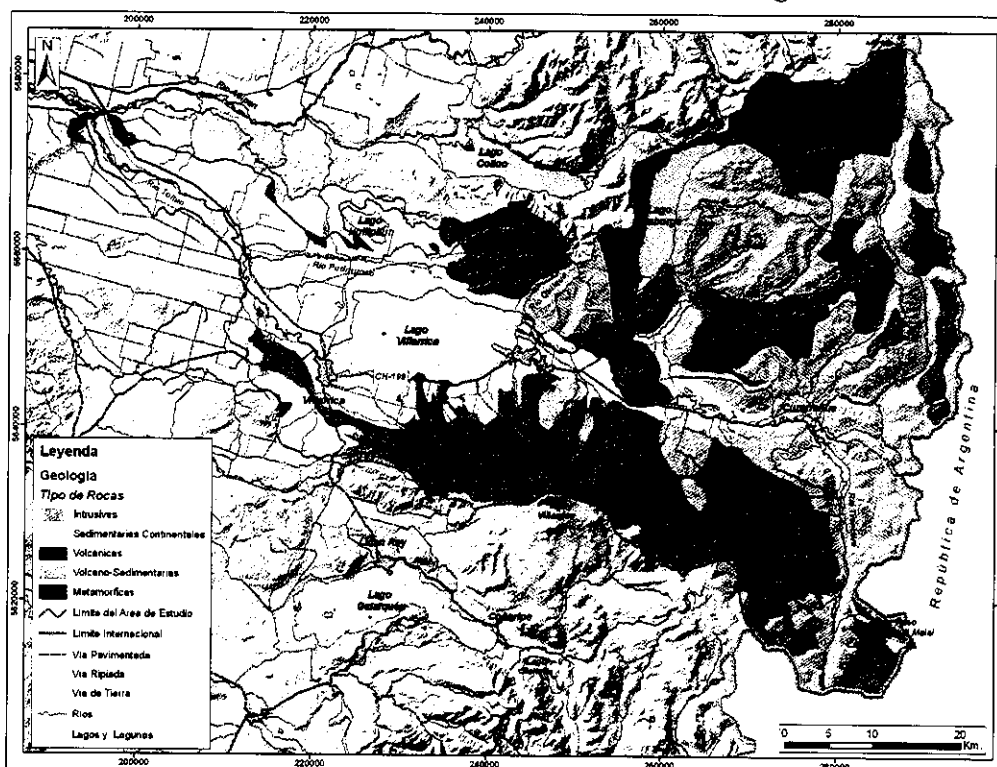
Según la división político-administrativa actual del país, el área definida por la cuenca del Lago Villarrica comprende los territorios comunales de Villarrica, Pucón, Curarrehue, y una pequeña superficie de las comunas de Cunco, Pitrufquén y Freire. Para los efectos de los análisis socioeconómicos que se realizan en los puntos sucesivos, se ha considerado



Desde un punto de vista geomorfológico, la cuenca del Lago Villarrica se inserta al interior de dos dominios morfoestructurales, los que en sentido E-W, corresponden a la Cordillera Principal y Precordillera Andina. El primero de ellos comprende los relieves más erguidos y con presencia de volcanismo activo. Los segundos, se manifiestan más conspicuamente al poniente de Curarrehue, disponiéndose en forma de cordones transversales entre los cuales se han originado una serie de cuencas lacustres, adquiriendo el relieve formas irregulares, con valles profundos y cumbres que en general no superan los 1500 m.s.n.m., salvo algunos estrato volcanes como el Villarrica que supera los 2800 m.s.n.m.

Los depósitos geológicos más representativos se relacionan con la actividad volcánica de tipo central que construyó múltiples relieves y generó diversos depósitos piroclásticos y lávicos. Junto a lo anterior, se ha formado un relleno fluvio-glacio-volcánico que cubre los valles. En la figura 4, la unidad definida como rocas sedimentarias continentales incluye depósitos de origen aluvial, coluvial, de remoción en masa, morrénicos, fluvio-glaciales y glaciofluviales. Así también, las unidades volcánicas agrupan estructuras como secuencias lávicas, calderas y depósitos piroclásticos, entre otros.

Figura 4. Unidades Geológicas de la Cuenca del Lago Villarrica



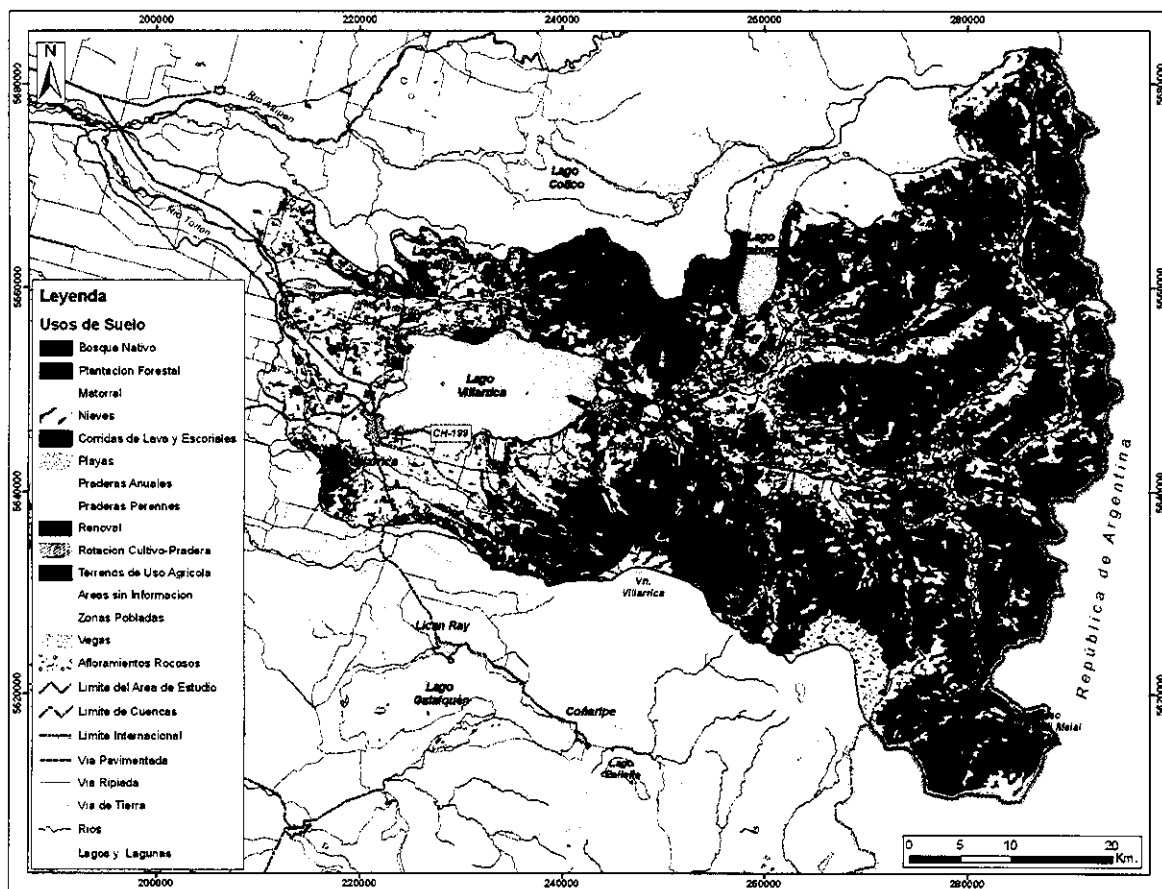
Fuente: Applus 2009. En base al cartografía escala 1:1000000 elaborada por SERNAGEMIN.



En el área de influencia del proyecto de acuerdo al catastro de bosque nativo (CONAF), los usos de suelos principales están representados por las siguientes coberturas: En la zona de montaña, por sobre los 1250 m.s.n.m. aproximadamente, se localizan todas aquellas áreas desprovistas de vegetación tales como afloramientos rocosos, nieves y productos volcánicos recientes. Montaña abajo (cota de 1400 m.s.n.m aprox.), comienza a desarrollarse la vegetación nativa, que en este caso corresponde a Selva valdiviana andina producto de la abundante precipitación que afecta la zona en gran parte del año.

En general, la vegetación nativa se desarrolla hasta los 700 m.s.n.m., siendo desde dicha cota reemplazada por vegetación renoval y matorral hasta la zona ocupada por los valles principales, donde predominan praderas, tanto anuales (151,4 há) como perennes (31961 há). Otros usos de suelo a destacar por su extensión son las plantaciones forestales que se localizan en las faldas de la montaña y en el valle principal (655,2há) y las zonas urbanas que, en conjunto, alcanzan unas 1170 há. (Ver figura 5).

Figura 5. Usos de Suelo en la Cuenca del Lago Villarrica



Fuente: Applus 2009. En base a catastro de bosque nativo realizado por CONAF.



Respecto del Clima, en esta cuenca es posible encontrar un clima templado con influencia mediterránea (templado húmedo intermedio) según la clasificación de Köppen,⁴ o siguiendo el índice de Emberger,⁵ un clima mediterráneo perhúmedo, caracterizado por la presencia de veranos templados, cortos y frescos e inviernos fríos y húmedos.

Por otra parte, siguiendo la clasificación agroclimática de Papadakis⁶ -utilizada por el SAG y el SNIT Araucanía, los tipos de clima del área de la cuenca hidrográfica del lago Villarrica son mediterráneo marino fresco, marino húmedo patagónico y polar andino tundra (Tabla 1). Las características climáticas en estas comunas se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1. Características de los climas para el área

| Clima | Temperatura (°C) | | Precipitación (mm) | Meses secos |
|----------------------------|------------------|---------|--------------------|-------------|
| | Mínima | Máxima | | |
| Mediterráneo marino fresco | 6 - 7 | 21 - 25 | 1100 - 1400 | 4 - 5 |
| Marino húmedo patagónico | 2 - 3 | 21 - 25 | 2000 - 2600 | 0 - 1 |
| Polar alpino de tundra | < 0 | > - 20 | > 1000 | 4 - 5 |

* Con datos levantados entre 1992 y 1995.

** Temperaturas mínimas del mes más frío (julio) y máximas del mes más cálido (enero).

Tabla 2. Características climáticas de las comunas involucradas en el área de estudio

| Comuna | Régimen térmico | Régimen hídrico | Meses secos | Fuente |
|------------|---|--|---|--|
| Villarrica | Régimen término varía, en promedio, entre una máxima de 23,2°C en enero y una mínima de 4,9°C en julio | Precipitación media anual de 2.140 mm | Período seco de 2 meses | Santibáñez & Uribe (1993) |
| Pucón | Valores medios anuales de 12°C y extremas promedio entre 6,1°C y 16,4°C. | De tipo frontal, alcanzan promedios anuales de 2.500 mm | 2 meses, aunque las mayores lluvias se concentran entre abril y agosto. | Proyectos y Estudios 2050 Ltda. (2007) |
| Curarrehue | Régimen térmico caracterizado por extremas promedio de 21,4°C como máxima, y una mínima de 2,1°C en julio. El régimen térmico invernal es muy frío, con heladas durante todo el año debido a la altitud | Precipitación media anual de 3.644 mm, un déficit hídrico de 15 mm | Sin período seco | Informe agronómico "Piscicultura Curarrehue", en www.e-seia.cl , sobre la base de Santibáñez & Uribe (1993) |

⁴ Esta clasificación climática (original de 1900, pero que ha tenido varias adecuaciones posteriores), se basa en dos elementos climáticos, la temperatura del aire y la cantidad de agua disponible, en relación con las características fitogeográficas.

⁵ El índice de Emberger, o cociente pluviotérmico, se obtiene considerando la precipitación media anual, la temperatura media de las máximas del mes más cálido y la temperatura media de las mínimas del mes más frío.

⁶ La clasificación desarrollada por Papadakis (1966) se basa en el establecimiento de un régimen térmico y un régimen hídrico que permite determinar distintas unidades climáticas, incluyendo factores de relevancia para cultivos, tales como la severidad estival e invernal. A su vez, el régimen térmico está definido por el tipo de verano y de invierno (incluye temperaturas extremas), y el régimen hídrico, está compuesto del régimen de precipitación y de las necesidades hídricas de los suelos.



En relación con las características que presentan los suelos, la clasificación de capacidad de uso de los suelos⁷ de las comunas comprendidas en esta zona se describe en la Tabla 3. En general los suelos presentan altas restricciones para un uso intensivo en agricultura, siendo mayormente aptas para uso ganadero, forestal o de vida silvestre. Cabe destacar que cerca del 50% de la cuenca presenta zonas que se encuentran sin información (la totalidad de la comuna de Curarrehue y parte importante de Pucón).

Tabla 3. Capacidad de uso de suelo del área de la cuenca del Lago Villarrica

| Comuna | Capacidad de uso de suelo ⁸ | Fuente |
|------------|---|--|
| Villarrica | IV-VI, VI, VII, VII-III, VIII | Carta Capacidad de uso de suelo, SNIT Gobierno Regional Araucanía |
| Pucón | III (IIIe), IV (IV, IVs, IVe), VI (VI, VIe), VII (VIIs, VIIw, VIIe), VIII y sin información | Actualización Plan Regulador Comunal de Pucón ⁹ , Expediente Comunal, elaborado por Proyectos y Estudios 2050 Ltda., para la I. Municipalidad de Pucón (2007) |
| Curarrehue | Sector Catripulli: VI-1 Resto de la comuna: Sin información | DIA Proyecto Modificación Piscicultura Curarrehue, presentado por Pesquera Los Fiordos y elaborado por POCH Ambiental (2006) |

3.2 Componente Ecológico

Para los efectos del AGIES del anteproyecto de NSCA para la cuenca del lago Villarrica, la descripción del componente ecológico se centrará en el rol que tiene la norma en relación con los servicios ecosistémicos⁹ que son utilizados por los actores sociales de la cuenca, sin entrar a detallar aspectos ecológicos clásicos -como la diversidad de especies-, ya que éstos no forman parte de los objetivos de este estudio.

Los **servicios ecosistémicos** representan los beneficios que trae para el hombre el funcionamiento de los sistemas naturales, esto es, beneficios derivados de las funciones

⁷ La clasificación de los suelos según su capacidad de uso es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos. Este ordenamiento proporciona una información básica que muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de limitaciones de uso, necesidades y prácticas de manejo que requieren y también suministra elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola, está basado en el sistema de clasificación de las Normas y Principios del Servicio de Conservación de Suelos en los Estados Unidos de América, pero adecuado a los patrones edáficos, climáticos y topofisiográficos existentes en el área, y de uso estándar.

⁸ La letra minúscula que acompaña la clasificación por capacidad de uso de suelo se refiere a restricciones climáticas que limitan dicha capacidad, siendo también una clasificación estándar. Así w: agua, e: erosión, s: suelo, etc.

⁹ Se entiende por servicio ecosistémico a todo aquel proceso a través del cual la naturaleza produce resultados que son beneficiosos para el hombre.



ecológicas que los elementos de un ecosistema desarrollan (Costanza et al, 1997; WRI, 2008).

A modo de ejemplo, los ecosistemas boscosos que se encuentran en la ecorregión del Bosque Lluvioso Valdiviano, soportan funciones ecológicas (o relaciones o flujos energéticos entre los distintos elementos que componen dicho ecosistema) fundamentales a nivel local y global, tales como el reciclaje de nutrientes, la protección de la erosión de los suelos, la conservación de la biodiversidad (dispersión de semillas), la regulación climática y el control hidrológico, entre otros. Dichas funciones sustentan importantes servicios ecosistémicos que son la base para diversas actividades económicas, tales como producción de agua para las ciudades (agua limpia), acuicultura, pesca deportiva y ecoturismo (paisaje). Y finalmente, también proveen de productos forestales madereros (madera) y no-madereros (Daily 1997, Bishop 1999 y Pearce 2001).

Así, la producción de un servicio ecosistémico dependerá de la estructura y de los procesos existentes en un ecosistema en particular, por lo que cualquier factor que impacte y/o modifique este ecosistema, ya sea alterando sus elementos bióticos o abióticos, sus estructuras, o afectando las interacciones de éstos –modificando sus flujos, como energía y nutrientes (De Groot et al, 2002)-, también alterará el flujo de beneficios que estos ecosistemas generan para la sociedad (Daily, 1997).

Por su parte, en un ecosistema, la capacidad que tienen la estructura y los procesos que lo conforman de generar servicios ecosistémicos que satisfagan las necesidades humanas, es denominada **función ecosistémica**. Siguiendo a De Groot (2002), Smith, de Groot & Bergkamp (2007) y Gómez-Baggethun & De Groot (2007), las funciones ecosistémicas se pueden clasificar en cuatro tipos:

(1) funciones de regulación (por ejemplo, producción y conservación de suelo, retención de agua, ciclado de nutrientes, etc.); (2) funciones de hábitat y sustrato, o aquellas que proveen refugio y hábitat para que los organismos pueden reproducirse; (3) funciones de producción, como es la madera de los bosques, combustibles fósiles, recursos pesqueros, agricultura, etc.; y (4) funciones de información cultural o entretenimiento. La Tabla 4 presenta un ejemplo de funciones y servicios ecosistémicos para una cuenca hidrográfica y lacustre. (En el Anexo 2 se presenta mas antecedentes del tema).



Tabla 4. Ejemplos de funciones y servicios ecosistémicos para una cuenca lacustre e hidrográfica.

| Función de Regulación | Función de Hábitat y Sustratos |
|--|---|
| Servicios referidos a la regulación de flujos o reducción de riesgos relacionados con los cursos de agua <ul style="list-style-type: none">• Regulación climática: Mantenimiento de los flujos de aire locales• Regulación de flujos hidrológicos (infiltración de agua en el suelo –permeabilidad/drenaje-, aguas subterráneas, mantenimiento de caudales, etc.)• Mitigación de riesgos naturales (por ejemplo, control de inundaciones)• Protección del suelo: control de erosión y sedimentación• Control de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas | Servicios provistos para apoyar el funcionamiento de los ecosistemas y hábitats <ul style="list-style-type: none">• hábitat de vida silvestre• régimen de flujos necesario para mantener los hábitat y usos• Hábitat adecuados para la reproducción |
| Función de Producción | Función de información cultural o entretenimiento |
| Todos aquellos servicios enfocados directamente en la oferta de productos alimentarios y no alimentarios provenientes de cursos de agua: <ul style="list-style-type: none">• agua fresca• pesca• Almacenamiento de Agua• producción pecuaria (ganado)• maderas y oferta de materiales de construcción• generación de energía hidroeléctrica• medicinas | Servicios relacionados con la recreación e inspiración humana <ul style="list-style-type: none">• Deportes acuáticos• Estética del paisaje• Herencia cultural e identidad• Inspiración artística y espiritual• Actividades de recreación asociadas al recurso hídrico• Pesca deportiva |

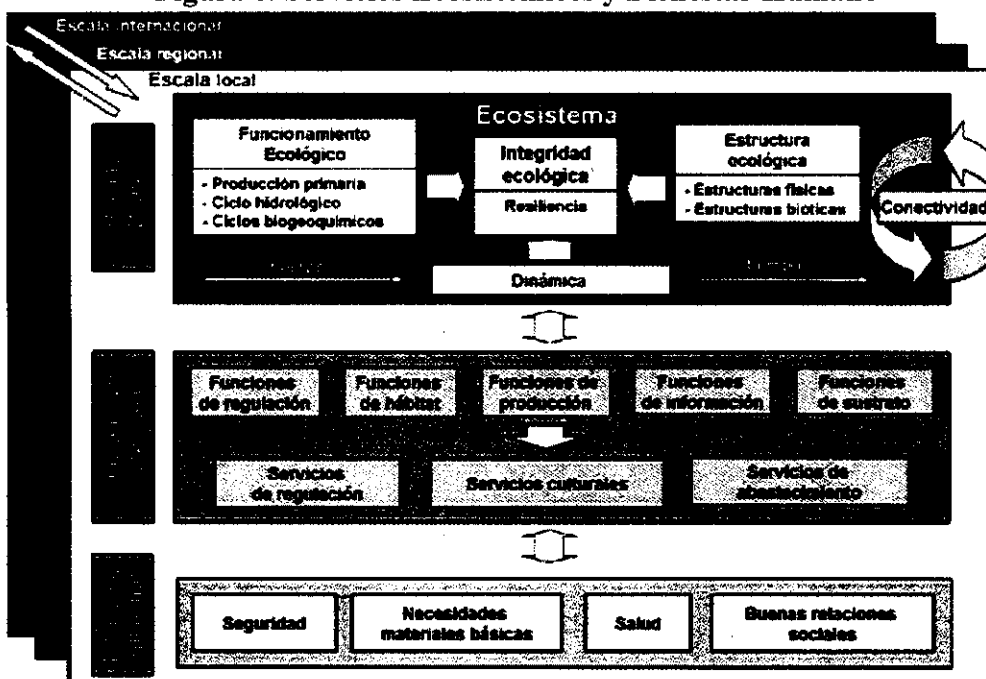
Fuente: Smith, M., De Groot, D., Perrot-Maitre, D. & Bergkamp, G. (2006).

Naturalmente, a lo menos existirá una valoración subjetiva para cada función ecosistémica, según sean los usuarios de dichas funciones, su participación como actor del ecosistema, su posición en la estructura de éste, y los intereses y beneficios que reciban por estos servicios. Así, actividades que estos actores del ecosistema lleven a cabo en función de aprovechar los diversos servicios ecosistémicos, afectarán al ecosistema, generándose así una relación de flujo circular.

Las funciones ecosistémicas permiten generar todo un flujo de servicios de los ecosistemas con incidencia en todas las componentes básicas del bienestar humano, tal como se aprecia en el esquema de la figura 6.



Figura 6. Servicios Ecosistémicos y Bienestar Humano



Fuente: E. Gómez-Baggethun y R. de Groot (2007).

En la cuenca hidrográfica del Lago Villarrica, el hombre como actor social –así como cualquier otra especie que forme parte de un ecosistema y que, de esta forma, sea un actor de éste- se relaciona con la calidad del agua (función regulatoria) a través una serie de actividades productivas y recreativas (ver Tabla 5).

En el caso de las actividades productivas, la calidad del agua ha permitido un desarrollo de la economía agrícola de subsistencia, una explotación intensiva de los servicios de turismo y el funcionamiento de una serie de pisciculturas como actividades económicas de mayor escala, las que aportan aproximadamente el 8,7% del empleo a nivel regional (INE, 2002).

Ahora bien, la aplicación de la norma secundaria está relacionada de manera indirecta con la mantención de dichas actividades, ya que la definición de estándares de calidad contribuye a la conservación de los servicios ecosistémicos generados desde los cuerpos de agua superficiales. Por lo tanto, el deterioro de la calidad de las aguas afectará inmediatamente el desarrollo de las actividades productivas.



Tabla 5. Servicios ecosistémicos de componente hídrico relacionados a los sectores de actividad económica que están presentes en la componente hidrográfica del Lago Villarrica.

| Sector de la actividad económica | Función Ecosistémica | Servicios Ecosistémicos |
|----------------------------------|----------------------|---|
| Turismo | regulación | Recreación, |
| | información | Pesca deportiva, deportes náuticos |
| | sustrato | recepción de desechos |
| Construcción | regulación | Dilución de desechos |
| | sustrato | proceso productivo |
| Agropecuaria silvícola | regulación | Riego, liberación de desechos. |
| Industria | regulación | Dilución de desechos, utilización para el proceso productivo |

Fuente: Elaboración propia en base a Gómez-Baghetunn y Groot (2007).

Las actividades productivas identificadas en la cuenca del lago Villarrica son:

- Actividades Industriales (plantas de tratamiento, piscicultura),
- Turísticas
- Agrícolas
- Ganaderas y Forestales

Estas se benefician de los diversos servicios ecosistémicos, resulta claro que la mantención de esta calidad representa un beneficio para todos los usuarios de la cuenca; de ahí la importancia que tiene la aplicación de una norma ambiental que permita garantizar que dicho estándar de calidad del agua se mantendrá o recuperará (en caso que por efectos de la interdependencia de los procesos y actores en el sistema, se hubiera visto afectada negativamente). En el siguiente punto, referido a la componente socioeconómica, se analiza con mayor profundidad la relación Hombre-Medio que se desarrollan en la Cuenca del Lago Villarrica.

Ignorar estos servicios ecosistémicos en la toma de decisiones –públicas o privadas- es, entonces, un error toda vez que no considerar todos los efectos económicos y sociales, puede llevar a afectar negativamente el bienestar de la población, al generar una alteración, reducción o desaparición de los servicios ecosistémicos (WRI, 2008). Así, las normativas ambientales, y en este caso específico la NSCA, surge como un instrumento legal adecuado para mantener los servicios ecosistémicos y, de esta manera, las actividades económicas y sociales que se benefician de éstos.



3.3 Componente Socio-Económico

En relación con la población del área de la cuenca hidrográfica del lago Villarrica, ésta tiene una participación de 8,4% respecto del total regional. La densidad poblacional para el área de estudio -19,8 hab/km²- es menor que el nivel regional (27,3 hab/km²). Cuando se analiza respecto de cada una de las comunas que forman parte de la cuenca bajo estudio, sólo Villarrica supera el valor regional.

Tabla 6. Población cuenca hidrográfica Lago Villarrica

| Comuna | Hombres | Mujeres | Población total | % Regional | Densidad (hab/km ²) | % Pob. Rural |
|------------|---------|---------|-----------------|------------|---------------------------------|--------------|
| Villarrica | 22.694 | 22.837 | 45.531 | 5,2% | 35,3 | 32,2 |
| Pucón | 10.705 | 10.402 | 21.107 | 2,4% | 16,9 | 34,4 |
| Curarrehue | 3.586 | 3.198 | 6.784 | 0,8% | 5,8 | 72,6 |
| Total | 36.985 | 36.437 | 73.422 | 8,4% | 19,8 | 63,4 |

Fuente: Elaboración propia en base a Censo 2002 disponible en INE

En términos de distribución de la población según zona urbano/rural, las comunas de Villarrica y Pucón son marcadamente urbanas, ocurriendo exactamente lo contrario en el caso de Curarrehue. Los centros poblados principales de Villarrica y Pucón coinciden con sus respectivas capitales comunales, y concentran igualmente actividades económicas relacionadas con comercio (pequeña y mediana escala) y servicios –especialmente servicios turísticos-, localizándose en los extremos oeste y este de la forma elíptica del lago Villarrica.

Por su parte Curarrehue, ciudad capital de la comuna homónima, se sitúa en el borde del río Trancura, principal afluente del Lago Villarrica. Esta ciudad exhibe un menor nivel de desarrollo que las capitales comunales antes señaladas, presentando una oferta más restringida de comercio de menor escala y servicios comunales.

En cuanto a la inversión en la zona de acuerdo a los proyectos sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA), se tiene un total 76 proyectos (Tabla 7), destacando la inversión privada que se encuentra asociada al sector de la construcción (inmobiliario) e infraestructura turística, además de las actividades productivas vinculadas a la piscicultura. Por otro lado destacan proyectos de obras civiles desarrollados por el Estado (camino por ejemplo) y obras de infraestructura sanitaria (plantas de tratamiento de aguas servidas). Los proyectos asociados a la ejecución de instrumentos de planificación territorial también poseen una participación destacable, pero no involucran inversiones al momento de su operación (aprobación).



Tabla 7. Proyectos aprobados en el SEIA según tipo y comuna

| Tipo de Proyecto | Número de proyectos | Villarrica | Pucón | Curarrehue |
|---|---------------------|------------|-----------|------------|
| Subestaciones de líneas de transmisión eléctrica | 2 | | | 2 |
| Terminales de buses | 1 | 1 | | |
| Terminales de camiones | 1 | 1 | | |
| Conjuntos habitacionales con una cantidad igual o superior a ochenta (80) viviendas o, tratándose de vivienda social, vivienda progresiva o infraestructura sanitaria, a ciento sesenta (160) viviendas | 9 | 2 | 4 | |
| Proyectos de equipamiento que correspondan a predios y/o edificios destinados en forma permanente a salud, educación, seguridad, culto, deporte, esparcimiento, cultura, transporte, comercio o servicios, | 4 | 2 | 2 | |
| Proyecto de desarrollo turístico (destinados en forma permanente al uso habitacional y/o de equipamiento para fines turísticos) | 5 | 5 | 3 | |
| Plan intercomunal | 3 | 2 | 1 | |
| Planes reguladores comunales | 7 | 5 | 1 | 1 |
| Instalaciones fabriles sobre 1000 KVA | 1 | 1 | | |
| Producción anual de engorda de peces 8 ton o cultivo de microalgas y juveniles de otros recursos hidrobiológicos que requieran el suministro y/o evacuación de aguas de origen terrestre, marina o estuarina, cualquiera sea su producción anual | 22 | 8 | 8 | 6 |
| Plantas Procesadoras de recursos hidrobiológicos | | | | |
| Sistemas de alcantarillado de aguas servidas, que atiendan a una población igual o mayor a 2500 habitantes | 1 | | 1 | |
| Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario que atiendan a una población igual o mayor a 2.500 habitantes | 5 | 3 | 2 | |
| Plantas de tratamiento y/o disposición de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios y estaciones de transferencia que atiendan a una población igual o mayor a 5000 habitantes | 3 | 3 | | |
| Ejecución de obras, programas o actividades en parques nacionales, reservas nacionales, monumentos naturales, reservas de zonas vírgenes, santuarios de la naturaleza, parques marinos, reservas marinas o en cualesquiera otra área colocada bajo protección oficial, en los casos en que la legislación respectiva lo permita | 9 | 3 | 4 | 2 |
| Estaciones de Servicio | 2 | 1 | 1 | |
| TOTAL | 76 | 38 | 29 | 9 |

Fuente: www.e-seia.cl

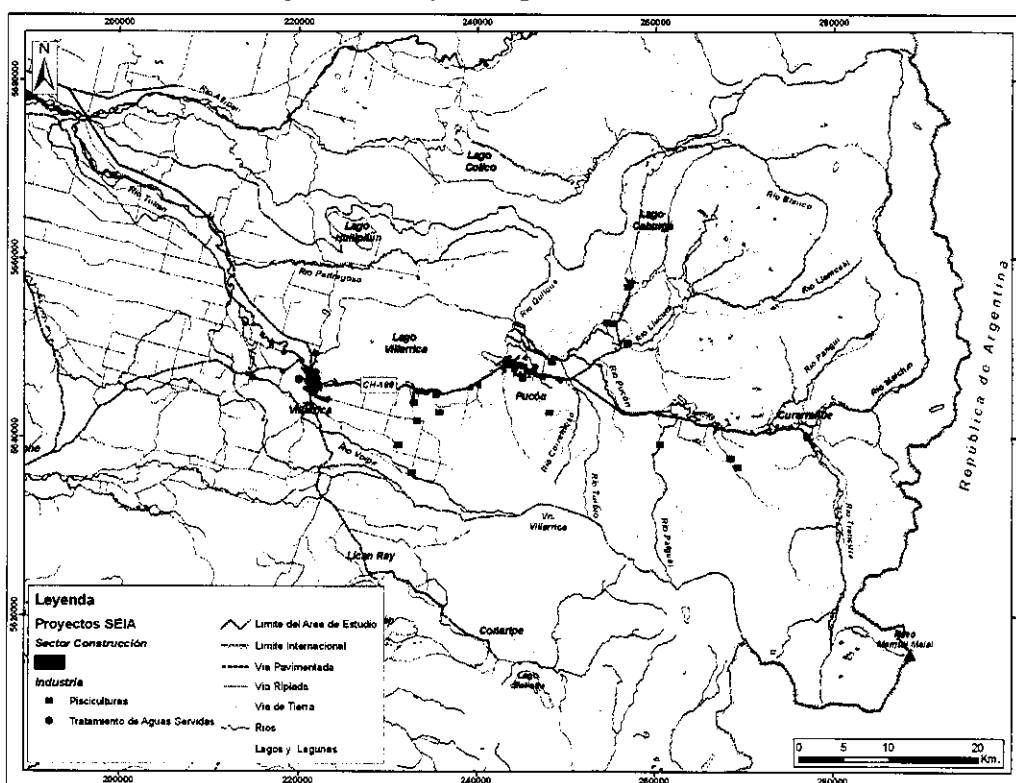


Según la Tabla 7, los proyectos asociados al sector construcción son los que en términos relativos poseen la mayor importancia, reportándose 27 iniciativas entre las tres comunas¹⁰, seguidos por el sector el sector industrial (piscicultura), con 22 casos.

Respecto a la ubicación de estos proyectos, el grupo asociado al sector de la construcción tiene una localización preferente en las zonas urbanas de Pucón y Villarrica, y en menor medida, sobre el borde del lago. Los proyectos vinculados a la piscicultura en cambio, se localizan en zonas rurales, próximas a cursos de agua.

En la figura 7 se puede apreciar la localización de los proyectos presentados al SEIA,¹¹ siendo posible observar que los emprendimientos asociados a la piscicultura se distribuyen en distintos puntos de la cuenca, a diferencia de los del sector de construcción, emplazados preferentemente en las zonas urbanas y el borde del lago

Figura 7. Proyectos presentados en SEIA



Fuente: Elaboración Propia en base al SEIA

¹⁰ Este sector comprende la categoría de conjuntos habitacionales, proyectos de equipamientos, proyectos de desarrollo turístico y la ejecución de obras, programas o actividades en zonas del SNASPE.

¹¹ De todos los proyectos presentados al SEIA sólo cuentan con los expedientes que contienen la localización exacta los más recientes, motivo por el cual no fue posible determinar la ubicación de todos los proyectos presentados.



En lo que se refiere a los montos de inversión de los principales sectores económicos registrados por el SEIA, la Tabla 8 muestra lo que sucede a nivel comunal. Cabe destacar que los valores presentados en el sector construcción contempla la realización de obras civiles y proyectos residenciales y turísticos.

Tabla 8. Inversión por sector económico según SEIA (MMUS)

| Sector | Villarrica | Pucón | Curarrehue | Total |
|------------------------|------------|-------|------------|--------|
| Piscicultura | 5.542 | 25.22 | 10.8 | 41.562 |
| Plantas de Tratamiento | 6,92 | 7,97 | 0 | 14,89 |
| Construcción | 27,2 | 168,7 | 46,2 | 242,1 |

Fuente: Elaboración Propia en base al SEIA

Se ha incluido en el anexo 3 de este informe un listado con todos los proyectos ingresados al SEIA para las comunas de Villarrica, Pucón y Curarrehue, identificándose el nombre del proyecto, tipo, titular, monto involucrado y fecha en que se presentaron.

Una selección respecto de los proyectos ingresados al SEIA y que por su naturaleza estarían potencialmente más relacionados con el proceso de eutrofización del Lago Villarrica y con los efectos e impactos que se esperarían del anteproyecto de NSCA son los que muestra la Tabla 9. Complementariamente a estos antecedentes, se emplean en forma integral los antecedentes proporcionados por la Universidad Austral, que estimó las cargas de contaminantes vertidas al lago desde por las coberturas de suelo, la actividad turística, la planta pucón y las pisciculturas,

Tabla 9. Proyectos que generan mayores impactos sobre la cuenca por Comunas

| Comuna | Fuente |
|------------|---|
| Villarrica | Pisciculturas |
| | Plantas de tratamiento de agua |
| | Parque Urbano en la Ribera del Lago Villarrica |
| | Construcción condominios y proyectos turísticos |
| Pucón | Pisciculturas |
| | Construcción condominios y proyectos turísticos |
| | Plantas de tratamiento de agua |
| Curarrehue | Pisciculturas |

Fuente: Elaboración Propia en base al SEIA

Luego de la identificación de los proyectos, se procedió a agrupar las fuentes emisoras, las actividades productivas tradicionales y las proyectadas para la cuenca, según los sectores económicos que se describen a continuación:



3.3.1 Sector Primario: Ganadería, Agricultura y Forestal¹²

Las diferencias en los patrones de utilización de la tierra y del uso de fertilizantes de una cuenca de drenaje pueden ocasionar diferencias importantes en la composición química de las aguas de la escorrentía de cada área.

En la cuenca hidrográfica del Lago Villarrica existen diversas comunidades agrícolas que potencialmente estarían aportando contaminantes al lago, por la vía del uso de fertilizantes minerales. El uso de estos fertilizantes se justifica debido a que las características del suelo no son las más aptas para el desarrollo de actividades agrícolas intensivas en arado, siendo mejoradas las deficiencias por dichos fertilizantes minerales.¹³

Según los Resultados del Censo Agropecuario 2007, en las comunas de Villarrica, Pucón y Curarrehue se desarrolla un total de 4146 explotaciones silvoagropecuarias, las cuales abarcan unas 197.445 há. De esta superficie, un 87% corresponde a explotaciones agropecuarias, lo que equivale a unas 172.873 há. Por comunas, Villarrica es la entidad que posee el mayor número de estas explotación, lo cual puede estar relacionado con condiciones topográficas más favorables para el desarrollo de la actividad (pendientes más suaves en comparación a las comunas de Pucón y Curarrehue que se sitúan más al interior de la montaña). La Tabla 10 expone el número de explotaciones silvoagropecuarias y la superficie que abarcan por comunas, diferenciando en el caso de las explotaciones agropecuarias si cuentan con tierra y actividad de las sin tierra.

Tabla 10. Explotaciones Agropecuarias y Forestales

| Comuna | Explotaciones agropecuarias | | | Explotaciones forestales | | Total Explotaciones Censadas | |
|------------|-----------------------------|-----------------|------------|--------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| | Con tierra y actividad | | Sin tierra | Número | Superficie (ha) | Número | Superficie (ha) |
| | Número | Superficie (ha) | Número | | | | |
| Curarrehue | 915 | 41410.2 | 1 | 45 | 9312.9 | 961 | 50723.1 |
| Pucón | 899 | 46768.6 | 0 | 76 | 11940.8 | 975 | 58709.4 |
| Villarrica | 2,149 | 84695 | 1 | 60 | 3318.3 | 2210 | 88013.3 |

Fuente: Censo Agropecuario 2007

¹² Esto considera las actividades económicas pertenecientes a la clasificación industrial chilena A1 "Agricultura, ganadería, caza y actividades de servicios conexos", según la CHU.cl de 2007, del Instituto Nacional de Estadísticas (INE). En división se incluyen las actividades agropecuarias en general, inclusive procesos manufactureros primarios que se encuentran intrínsecamente ligados.

¹³ Lo anterior, fue referido expresamente por el encargado del Programa de Desarrollo Rural (PRODER) de la comuna de Villarrica, en entrevista sostenida en marzo de 2009. Adicionalmente, y según consta en registros de prensa local, esta unidad municipal, se encuentra llevando a cabo acciones de capacitación a pequeños agricultores y ganaderos ovinos y bovinos, sobre el manejo de empastadas y praderas suplementarias -cultivo de nabo forrajero- a fin de mejorar la productividad. (



Respecto de la localización espacial de las actividades primarias señaladas, la única fuente disponible que permitió obtener una aproximación ha sido el catastro de bosque nativo realizado por CONAF, cobertura en la cual se señalan las áreas que cuentan con plantaciones forestales, terrenos agrícolas y praderas.¹⁴

Ahora bien, la literatura señala que la agricultura, la ganadería y las plantaciones forestales se constituyen en importantes fuentes de contaminación difusa. Según la Universidad Austral (2009) las mayores cargas de N-total fueron aportadas por las praderas con 303,54 ton/año (Tabla 11).

Esto se puede explicar por los índices de concentración de NO₃-N relativamente altos para este tipo de uso del suelo (Oyarzún et al. 1997). En el caso del P-total, las mayores cargas provinieron de las superficies de bosques nativos con 100,82 ton/año y bosques renovales con 94,74 ton/año, que representan el 31,8 y 25,4% de la superficie total de la cuenca. Según la literatura, estas coberturas tienen índices de exportación relativamente pequeños, por lo que estas cargas se pueden explicar por la gran superficie de suelo que cubren en la cuenca. Se resume el aporte de nutrientes por los suelos:

Tabla 11. Aporte de Nitrógeno y Fósforo por uso de suelo

| Usos del suelo | NH ₄ -N (ton/año) | NO ₃ -N (ton/año) | N-total (ton/año) | P-total (ton/año) |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| Agrícola | 0,01 | 0,15 | 0,18 | 0,02 |
| Agua | 17,48 | 10,28 | 48,17 | 19,50 |
| Bosque nativo | 48,25 | 70,36 | 181,42 | 100,82 |
| Matorral | 11,50 | 97,18 | 141,76 | 11,89 |
| Nieve | 1,10 | 1,14 | 11,86 | 11,78 |
| Plantaciones | 2,26 | 4,28 | 9,04 | 2,87 |
| Pradera | 28,97 | 206,12 | 303,54 | 53,82 |
| Bosques renovales | 45,22 | 82,47 | 157,83 | 94,74 |
| Suelo desnudo | 2,26 | 2,33 | 24,28 | 24,10 |

Fuente: Informe de Diagnóstico de la Calidad de las Aguas, Universidad Austral (2009)

El aporte total de nutrientes por suelo es en el caso del fósforo de 320,88 ton P/año y de 900,74 ton N/año en el caso del nitrógeno.

¹⁴ Esta cobertura da una idea de donde se puedan llevar a cabo actividades ganaderas, lo que no significa que en toda el área comprendida ocurra tal situación.



3.3.2 Sector Secundario: Industria y Construcción¹⁵

a) Industria

Para las comunas comprendidas dentro de la cuenca hidrográfica del Lago Villarrica, no se registran muchas inversiones relativas a las actividades económicas propias del sector industrial manufacturero.

La principal actividad industrial viene dada por la piscicultura, por lo que aquí se abordarán los proyectos presentados al SEIA al sector productivo n5, definido como “proyectos de producción anual de engorda de peces 8 ton o cultivo de microalgas y juveniles de otros recursos hidro-biológicos que requieran el suministro y/o evacuación de aguas de origen terrestre, marina o estuarina, cualquiera sea su producción anual”.

La revisión de estos proyectos en el sistema, permite señalar que corresponden mayoritariamente a la producción de ovas y alevines de especies salmonídeas (principalmente, salmón del Atlántico), que consideran la instalación y equipamiento de salas de incubación y estanques para el cultivo y engorda.

El ciclo industrial comienza con el ingreso a la piscicultura de las ovas. Posteriormente las ovas ingresan a la sala de incubación, luego a la de alevinaje y más tarde a la de smoltificación, todo esto en un lapso aproximado de 12 meses. Finalmente los smolts ingresan a los estanques de engorda, donde permanecen otra cantidad (mayor) de tiempo.

En general, la localización de estos proyectos se determina en función de los cursos de aguas (esteros, vertientes, etc.), contemplando captaciones de éstas bajo la modalidad que sea técnicamente más eficiente en función de la localización específica del terreno, distancia al cuerpo de agua y desniveles por diferencias de alturas de cotas entre éstos –a modo de ejemplo, se considera la opción de captación gravitacional (como el proyecto Palguín, en Pucón).

En la Tabla 12 se presenta un listado con las 15 pisciculturas que fue posible localizar desde los registros del SEIA, y se identifica la subcuenca en la cual se emplaza.

¹⁵ Referido a la actividad industrial Código CIU.cl B051010, esto es “Explotación de criaderos de peces y productos del mar en general (acuicultura); y servicios relacionados - Cultivo de especies acuáticas en cuerpo de agua dulce”.



Tabla 12. Localización de las Pisciculturas en la Zona de Estudio

| Comuna | Nombre del Proyecto | Este (X) | Norte (Y) | Subcuenca |
|------------|--|----------|-----------|--------------------------------|
| Curarrehue | Piscicultura Catripulli | 269366 | 5636651 | Pucón |
| | Piscicultura Curarrehue | 268555 | 5637680 | |
| Pucón | Piscicultura Carileufu | 255363 | 5652673 | Caburga |
| | Ampliación Piscicultura Quimeyco Pucón | 254649 | 5652753 | |
| | Piscicultura Huililco | 257017 | 5656741 | |
| | Piscicultura Palguín | 260618 | 5639225 | Palguín - Menetue |
| | Piscicultura Víctor Hugo | 248410 | 5648421 | |
| | Piscicultura Aquachile | 256969 | 5650445 | Pucón - El Claro |
| | Piscicultura Víctor Hugo Arcaya | 248208 | 5642768 | |
| | Ampliación Piscicultura Los Chilcos | 235817 | 5642732 | |
| | Piscicultura Loncotraro | 235453 | 5644771 | |
| Villarrica | Piscicultura Molco | 233347 | 5641810 | Molco |
| | Piscicultura La Cascada | 232938 | 5643844 | Toltén desagüe Lago Villarrica |
| | Regularización Piscicultura Huincacara | 232687 | 5636063 | |
| | Piscicultura Quilentue | 231226 | 5639060 | |

Fuente: www.SEIA.cl, 2009

En cuanto a sus fuentes contaminantes, se reconocen a lo menos dos: En la fase previa a la operación, durante la construcción, la contaminación ambiental derivada de un proyecto de esta naturaleza es del tipo emisiones atmosféricas y ruido; en tanto que, durante la fase de operación se generarían residuos líquidos y sólidos.

Al respecto, distintos proyectos ofrecen distintos tratamientos para los residuos líquidos de la piscicultura previa su descarga final. Así, consideran descarga tratada hacia los diferentes cuerpos receptores que, en general, consideran al menos un 85% de retención de sedimentos.¹⁶

El sistema de tratamiento puede contemplar filtros rotatorios, con mallas reticuladas filtrantes, más –en algunos casos– un segundo proceso de filtrado a través de piscinas de decantación, o sólo este último. El proceso de descarga es continuo (24hrs x 7). De acuerdo a las declaraciones presentadas al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA), estas

¹⁶ Dando cumplimiento normativo, toda vez que el D.S. 427/1989, sobre Reglamento Actividad de Acuicultura (SERNAPESCA) define que las unidades de sedimentación instaladas en centros hidrobiológicos de agua dulce deben presentar una eficiencia igual o mayor al 85% en separación de sólidos sedimentables.



acciones garantizarían la recuperación de la oxigenación de las aguas que se devuelven a los cuerpos receptores.

Adicionalmente, muchas veces se consideran desniveles, resaltos y efecto cascada en los sistemas de circulación de entrada y desagüe dentro de la piscicultura para mantener un adecuado flujo y movimiento del agua, que si bien generan un poco de turbulencia en el agua, contribuye a recuperar niveles de oxígeno originales –por ejemplo, acelerando la volatilización del amonio vía mayor oxigenación. El mantenimiento y limpieza de las piscinas y estanques es un elemento clave para evitar las pérdidas de residuos (alimento no consumido, fecas y restos de insumos farmacológicos).

Los residuos derivados a la unidad de sedimentación están constituidos principalmente de alimento no consumido, fecas, orina, amonio, fósforo. El alimento presente en el efluente es aquel que no es consumido por los peces y corresponde aproximadamente al 10% del alimento total suministrado.

Este alimento es de tipo pelletizado extruído, con bajo contenido de fósforo y alta digestibilidad. Para el manejo de los lodos húmedos extraídos de las unidades de sedimentación, es usual la consideración de canchas de secado. Por su parte, con respecto a los residuos sólidos, la solución de disposición puede ir desde el almacenaje y almacenamiento en contenedores herméticos por parte de la empresa para ser retirados o cualquier otro mecanismo que permita su correcta disposición en lugares autorizados.

A diferencia de en otras localización en las regiones sur y sur extremo del país, la actividad de esta industria se ha concentrado en ríos tributarios y afluentes del Lago Villarrica, pero no en el lago en sí mismo, como sí ocurre en otros lugares (p.e., Lago Ranco).

Por su parte, el informe “Salmonicultura en Lagos del Sur de Chile – Ecoregión Valdiviana: Historia, tendencias e Impactos Medioambientales”, publicado el año 2007 por la WWF, vendría a establecer que en la medida que los proyectos de piscicultura empleen técnicas de cultivo de mínimo impacto, como los cultivos en ambientes controlados con sistemas de recirculación –p.e., mediante la implementación de centros cerrados y el uso de tanques circulares u octogonales, con sistema de filtración y unidades de sedimentación, que pueden alcanzar niveles de recuperación del agua superiores al 97%- en lugar de técnicas más antiguas, como las jaulas en esteros o lagos, o piscicultura a flujo abierto, no sólo se reduce el impacto ambiental negativo asociado a las primeras etapas de cultivo (aportes de nutrientes como P y N por el alimento no consumido o defecado, escapes, enfermedades, aunque el primero de éstos es el más relevante para efectos del impacto sobre el aceleramiento del proceso de eutrofización aquí analizado), sino que también tiene un impacto positivo medido en términos de mayor eficiencia técnica (productividad).



Señala este estudio que el crecimiento de la actividad de salmonicultura en Chile tuvo un impacto negativo sobre la calidad de los cuerpos de agua dulce considerados, no obstante, también reconoce expresamente que esto vendría cambiando desde el año 2003, en que progresivamente inicia la migración entre técnicas de cultivo más contaminantes a otras que, como se señaló, son menos contaminantes y más eficientes.

Finalmente, y en este mismo sentido, la FAO está formulando pautas para un “enfoque ecosistémico de la acuicultura”, cuya aplicación por parte de la industria de la salmonicultura podría redundar en impactos positivos en términos económicos, sociales y ambientales.

En la actualidad, la industria del salmón se enfrenta a un escenario económico complicado, enfrentando alzas en los costos de los insumos, fluctuaciones en el precio del dólar y desafíos en el plano sanitario que incidirán fuertemente en cualquier estimación o proyecciones para el sector. Así, desde el 2007, esta industria ha sido severamente golpeada por la aparición del virus ISA.

La tasa de crecimiento de la especie cayó y aumentó la mortalidad, a lo que se sumaron complicaciones derivadas con el uso intensivo de insumos farmacológicos (antibióticos) para el control de la enfermedad, que generó una respuesta negativa por parte de la demanda internacional (el cultivo de salmónes está orientado a la exportación y no a abastecer el mercado interno). Lo anterior, más el impacto de la crisis financiera internacional, ha llevado al cierre de una serie de pisciculturas en la zona sur del país.

De este modo, considerando que la piscicultura en la región de la Araucanía está focalizada en la producción de ovas y alevines que posterior a la fase de engorda, para traslado (como insumo intermedio) hacia la zona sur del país, es esperable que la demanda regional se vea impactada en forma negativa por esta reducción de la demanda final de salmónes. De esto, se espera una caída significativa en el ritmo de crecimiento de la actividad en la zona de estudio.



b) Construcción¹⁷

El crecimiento de los centros urbanos y de la masa de población asociada, es una de las causas de origen antrópico más relevantes para la eutrofización de las aguas del lago Villarrica¹⁸. Esto, dado el aumento en la producción de residuos sólidos y líquidos asociados a este crecimiento de población (Dolbeth et al.,(2003); Western (2001)), los cuales aumentan la concentración de ciertos nutrientes en cuerpos de agua lénticos (aguas en reposo), ocasionando una degradación del ambiente que, muchas veces, es irreversible (Carpenter & Cottingham, 1997; Myrbo & Ito, (2003)).

Entonces, el crecimiento poblacional y su mayor densidad no tiene un impacto sobre la eutrofización *per se*, sino sólo en la medida que este crecimiento poblacional genere mayores cargas de residuos sobre el cuerpo lacustre o sus afluentes, y que éstos no sean debidamente tratados o tratados en su totalidad, de manera que el efecto neto sea un incremento en la carga de N y P que determine una mayor trofia del lago.

En el caso del lago Villarrica, la mayor densificación y crecimiento poblacional se puede apreciar directamente, sólo observando por inspección directa el crecimiento en las construcciones especialmente en el sector ribereño sur- y el aumento de la masa de población flotante a causa del turismo en la zona (que también se concentra en este sector en período estival). Naturalmente, esto afectaría significativamente la cantidad de residuos sólidos que se descargan y/o infiltran a las aguas del cuerpo de agua, dado que el sector ribereño no está totalmente cubierto por los sistemas de tratamiento de aguas servidas.¹⁹

Esto también quedó de manifiesto en el tercer informe del estudio de la Universidad Austral, que señala “... *El lago Villarrica es un cuerpo de agua que constituye uno de los mayores atractivos turísticos de la IX Región, de manera que en las riberas de este cuerpo de agua se han construido un sinnúmero de habitaciones dedicadas a la explotación turística, tanto comercial (Hoteles, restaurantes, Cabañas, campings), como de uso particular (casas habitaciones, edificios, condominios). En este contexto la mayor cantidad de habitaciones se han construido en la ribera sur (camino entre Villarrica y Pucón), este sector constituye uno de los puntos relevantes en relación a los aportes de cargas difusas, provenientes de*

¹⁷ Referido a las actividades industriales de la sección F, Construcción, según la CIU.cl de INE (2007), específicamente aquellas pertenecientes a las secciones 4520, 4530 y 4540. Éstas contemplan actividades propias de la construcción inmobiliaria (obra nueva, ampliaciones y reformas, sin consideraciones respecto de los materiales de construcción empleados. Contempla la construcción de viviendas, edificios de oficinas, locales de almacenes y otros edificios públicos y de servicios, locales agropecuarios, etc., y en la construcción de obras de ingeniería civil, como carreteras, calles, puentes, túneles, etc.

¹⁸ Modelación de calidad de aguas del lago Villarrica y aproximación al problema hidrodinámico. Documento elaborado por José Vargas Baecheler y Carlos Pérez Varas del Departamento de ingeniería Civil, Facultad de ingeniería, Universidad de Concepción.

¹⁹ En particular, considérese el sector ribereño sur del lago, en la faja que corre paralela a la conexión vial Villarrica – Pucón –según fuera informado por profesionales de la Secretaría de Planificación de la Municipalidad de Pucón, en la visita realizada el 30 de marzo pasado-, y en las zonas de crecimiento urbano, hacia el sur, en la comuna de Pucón.



*edificaciones que no disponen de sistema de alcantarillado, para la eliminación de las aguas servidas...*²⁰

Habría resultado de sumo interesante hacer proyecciones sobre la evolución del ritmo de la actividad inmobiliaria en la zona y sobre la incidencia de los distintos tipos de edificación que se ha ido construyendo, a partir de estadísticas de los permisos de edificación por tipo de construcción, que son solicitados y entregados por las Direcciones de Obras Municipales. No obstante, pese a haberse requerido esta información a las comunas de Pucón y Villarrica, a la fecha no se ha obtenido respuestas.²¹

- **Construcción de Obras Civiles: La Ruta Interlagos**

La Red o Ruta Interlagos es un proyecto vial de carácter turístico, que se emplaza dentro de las regiones IX, XIV y X permitiendo el acceso a áreas protegidas y zonas lacustre de gran belleza escénica. Su objetivo es generar un incremento en la actividad turística, mejorando la calidad de vida de la población y contribuir al desarrollo socioeconómico de la región.

La Ruta Interlagos está conformada por un eje longitudinal, 10 ejes transversales y caminos complementarios. El Eje Longitudinal se denomina: Ruta Interlagos, se inicia en Victoria y termina en Puerto Varas, conectando las provincias de Malleco, Cautín, Osorno, Valdivia y Llanquihue con una longitud de 707,5 km. (Ver Tabla 13 y Figura 8).

Tabla 13; Ruta Interlagos en la zona de estudio.

| Tramo San Pedro - Reigolli – Curarrehue – Pucón – Villarrica | |
|--|---------------------------------------|
| Kilómetros | Descripción |
| 168.390 | San Pedro |
| 236.400 | Reigolli |
| 277.700 | Curarrehue |
| 312.000 | Inicio Pucón |
| 315.000 | Fin zona urbana Pucón |
| 340.000 | Villarrica (empalme con ruta Troncal) |

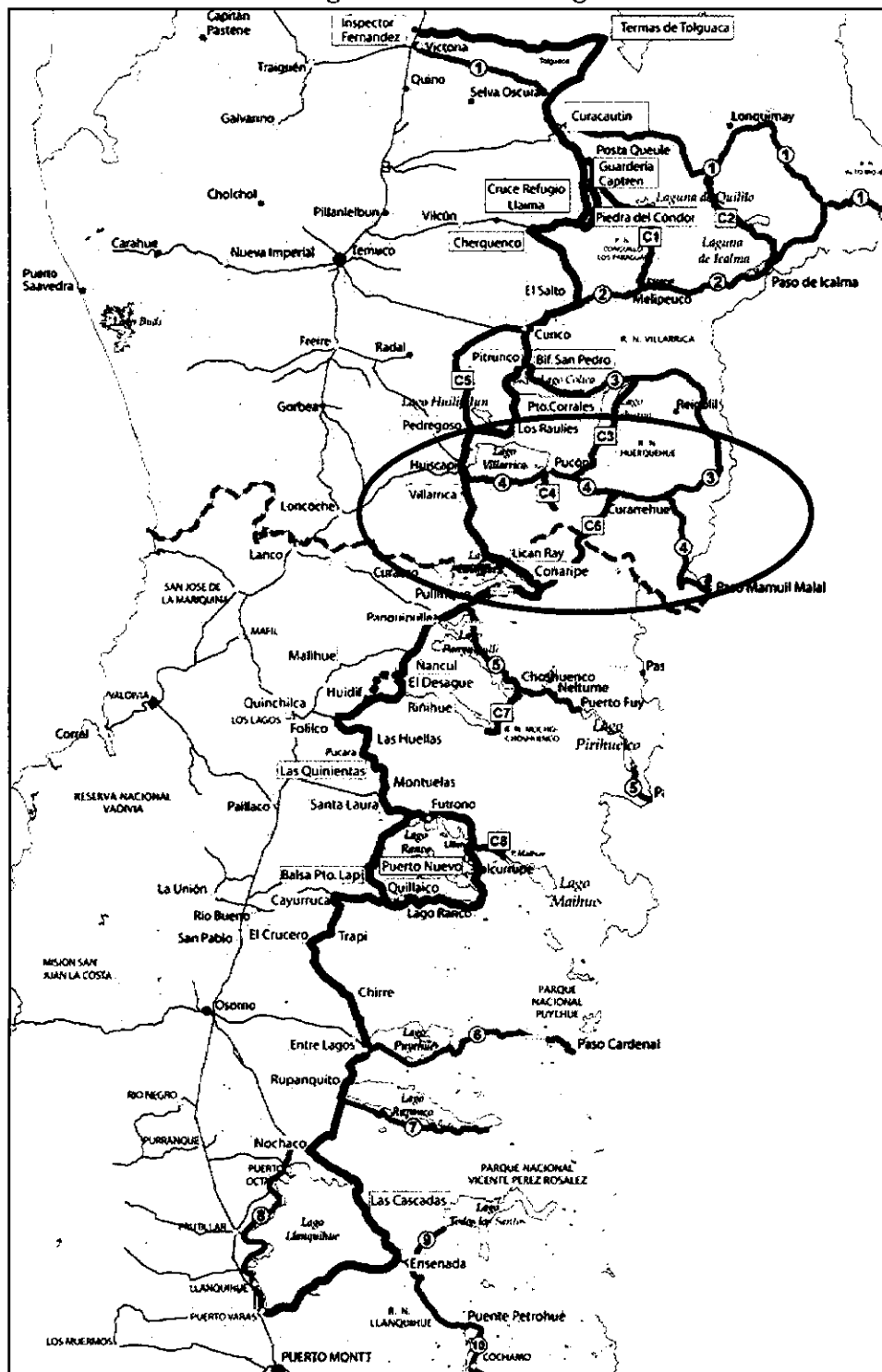
Fuente: Dirección de Planificación del MOP.

²⁰ *Op. Cit.*, página 16.

²¹ También se intentó levantar esta información en el Instituto Nacional de Estadísticas y en la Cámara Chilena de la Construcción; pero en ambas instituciones se nos señaló que sólo presentaban la información a nivel de región y no comuna, por lo que pierde relevancia para este estudio. Esta información tampoco estuvo disponible para la Univ. Austral, según lo declara en el informe antes citado, en diversos pasajes.



Figura 8. Ruta Interlagos



Fuente: Dirección de Planificación del MOP



Así, del mismo modo que la construcción de viviendas *per se* no tiene un impacto directo sobre la carga de nutrientes de los cuerpos lacustres (salvo, claro está, que se genera una descarga directa al cuerpo de agua de los desechos y residuos que se generen en el proceso de construcción, en términos de materiales o residuos sólidos y líquidos de quienes trabajan en éste), la construcción de obras civiles mayores, como la Ruta Interlagos no se constituye en una actividad que en sí misma contribuya a la eutrofización del Lago Villarrica, sino que lo hará indirectamente, a través de su rol de facilitador del acceso y conectividad, que se traduce en un el mayor flujo de transeúntes y turistas en el sector, en la medida que la actividad antrópica y sus efectos sobre la eutrofización no se manejen adecuadamente.

La Ruta Interlagos se ha considerado como uno de los proyectos de inversión público emblemáticos en la planificación territorial de la región, entendido como soporte del cluster turístico al que pertenecerían Villarrica, Pucón y Curarrehue. Así, el mejoramiento del estándar vial en esta ruta, que permite una expedita conexión con el paso fronterizo Mamal Mahuil, tendría un impacto positivo en el ingreso de turistas internacionales provenientes de Argentina y Brasil.(al respecto, información primaria levantada en la Oficina de Turismo de Curarrehue, da cuenta de esta situación y cómo gradualmente ha incrementado el ingreso de turistas de estos países.

Cabe mencionar que esta oficina no cuenta con la información sistematizada. Por tanto cualitativamente esta comuna serviría de destino de paso, y los turistas no pernoctarían allí, por lo que este mayor flujo de turistas no habría llevado a un significativo incremento de la oferta de camas en la comuna).



c) **c) Servicios Sanitarios²²**

• **Tratamiento de aguas servidas**

Las zonas urbanas de Pucón y Villarrica poseen sistema público de alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas servidas en ambos casos administrados por la empresa sanitaria Aguas Araucanía S.A.

La Universidad Austral el año 2009, determinó la carga de nutrientes en relación a los autocontroles para la Planta de Tratamiento de aguas servidas de Pucón para los años 2006 y 2007. A continuación se presentan un resumen de las concentraciones de nutrientes (P y N).

Tabla 14. Carga de Nutrientes Planta Pucón.

| Establecimiento | Período | P Total (mg/L) | N Total (mg/L) | Cuerpo receptor |
|-----------------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|
| PTAS Pucón | 06/09/06 - 26/09/07 | 0,2 - 1,99 | 0,7 - 18,3 | Río Claro |
| Promedio | | 1,33 | 5,7 | |
| Mediana | | 1,48 | 4,8 | |

Fuente Universidad Austral 2009

De acuerdo a las concentraciones informadas y considerando un caudal medio diario de 9000 m³, la Universidad Austral pudo estimar que con la mediana de concentraciones de Fósforo y nitrógeno, se obtienen las siguientes cargas anuales:

- Carga PPlanta: 4,9 ton P/año
- Carga NPlanta: 80,8 ton N/año

²² La provisión de servicios sanitarios es una actividad industrial. Se encuentra codificada en la CIU.cl (2007) bajo las Secciones E y O. La primera, sobre Suministro de electricidad, gas y agua, considera específicamente el rubro "Captación, depuración y distribución de agua" bajo la cual se comprende la captación, depuración y distribución de agua a usuarios residenciales, industriales, comerciales y de otro tipo- y "Eliminación de desperdicios y de aguas residuales, saneamiento y actividades similares" (código 9000), que considera el tratamiento de aguas residuales para prevenir la contaminación. En la sección O, "Otras actividades de servicios comunitarios, sociales y personales", en el rubro "Eliminación de desperdicios y aguas residuales, saneamiento y actividades similares". En esta clase se incluyen además de la recolección de basura y desperdicios, y la evacuación, por cloacas, alcantarillas y otros medios, de excrementos humanos, incluso su tratamiento y eliminación.



En el caso de Villarrica, el área operacional de la empresa sanitaria cubre casi la totalidad del casco urbano de la comuna, no obstante el área de expansión de infraestructura de servicios turísticos (hotelería) y de desarrollo inmobiliario localizado en la faja del borde de lago que une Villarrica con Pucón no descarga a este sistema de alcantarillado, por lo que sus aguas servidas al utilizar una solución particular de eliminación de excretas- no son tratadas.

Naturalmente, los riesgos asociados en términos de la contribución de estas soluciones particulares de eliminación de excretas a la eutrofización del lago Villarrica, dependerá del tipo de solución empleada.

En cuanto al sistema de tratamiento de aguas, en Villarrica la unidad principal del sistema se ubica en el sector Putúe Bajo, vertiendo las aguas tratadas en el Río Toltén, efluente del lago Villarrica, por lo que no podría ser ésta una fuente de contaminación ni eutrofización para el Lago.

En el caso de Pucón, si bien el sistema de tratamiento de aguas cuenta con los permisos ambientales (vertiendo las aguas tratadas sobre el río Claro), éste no ha estado exento de polémicas en cuanto a fallas o problemas en su operación que, habrían llevado a episodios en los que se habrían realizado descargas directas en el Lago Villarrica. La Tabla 15 muestra las fiscalizaciones realizadas a la PTAS:

Tabla 15. Fiscalizaciones realizadas a la PTAS

| | | |
|------------|------------------------|--|
| 23/7/2001 | Visitas Inspectivas | Asistieron los siguientes servicios con competencia ambiental: SERNAPESCA, SAG, DGA, CONAMA. |
| 19/10/1999 | Visitas Inspectivas | |
| 25/5/2004 | Visitas Inspectivas | Asistieron Servicio Salud Araucanía Sur, SERNATUR; SAG y Dirección Regional CONAMA |
| 31/5/2005 | Visitas Inspectivas | Asistieron SEREMI de Salud y CONAMA |
| 28/8/2006 | Visitas Inspectivas | Asistieron SEREMI de Salud y CONAMA. Este informe se complementa con inspección realizada por el SAG. |
| 1/2/2008 | Denuncia | Se realizó visita a la cual no concurrió el Municipio de Pucón, donde no se constataron incumplimientos. |
| 5/12/2008 | Visitas Inspectivas | Asistieron SISS y CONAMA. No se detectaron incumplimientos. |
| 12/3/2009 | Visitas Inspectivas | Asistieron SISS y CONAMA. No se detectaron incumplimientos. |

Fuente: www.e-seia.cl



A modo de ejemplo:* 22 de Abril de 2008: “Un enorme derrame de aguas servidas ... a unos 50 metros de la Poza, residuos contaminantes, que fueron a parar de forma directa a las aguas de ... Lago Villarrica. De acuerdo a las explicaciones dadas por el capitán de puerto del lago Villarrica...este problema se originó luego de que la repartición naval solicitara a Aguas Araucanía la instalación de un grifo para enfrentar una posible emergencia incendiaria en la unidad. Agregó que fue en esta faena en la que trabajadores rompieron una matriz de aguas servidas originándose esta emergencia que llevó a trabajar intensamente a personal de la empresa para dar una solución. La Empresa Aguas Araucanía, manifestó que el problema se originó debido a que la maquinaria pesada que solicitó la Capitanía de Puerto a la Municipalidad de Pucón para la instalación del grifo rompió el ducto clave y esto produjo el derrame.”²³

Asimismo, debe considerarse que el estudio de Buktus y Villalobos (2001), ya señalarían que uno de los principales aportes de fósforo hacia el lago Villarrica sería la descarga de aguas servidas domésticas.

En este estudio, se señalaba que si el sistema de tratamiento de Pucón consideraba un tratamiento secundario y terciario destinado a disminuir la concentración total de fósforo, ésta lograría reducirse en 4%, sin embargo, el sólo aumento en la población implicaría un aumento en la concentración de fósforo total en el lago de un 7%. Cabe señalar que el crecimiento urbano de Pucón ha sobrepasado el área de operación de la empresa sanitaria, existiendo sendos sectores poblaciones que estarían operando con soluciones particulares de alcantarillado²⁴

En la misma Comuna de Pucón, otro sector que no cuenta con sistema de alcantarillado es Caburga²⁵, siendo la solución sanitaria más común la fosa séptica, aunque se desconoce o no existe información catastral acerca del estado de pozos negros y la distancia a que se encuentran a la napa freática y del cuerpo de agua más próximo. Sin embargo y de acuerdo al estudio de Actualización del Plan Regulador Comunal de Pucón, se encuentra en estudio la construcción de un sistema de alcantarillado.

En el caso de Curarrehue, en tanto –y a diferencia de lo que ocurre en las otras comunas-, el sistema público de alcantarillado no dispone de tratamiento de aguas, las que son descargadas directamente en siete puntos sobre el río Trancura, según se pudo constatar personalmente, en el visita de marzo de 2009.²⁶

²³ <http://www.puelchefm.cl/noticias/Puc%C3%B3n/52>.

²⁴ cómo ejemplo, considérese en esta situación al sector denominado Villa Trancura

²⁵ De acuerdo a los resultados del Censo del año 2002, la población de Caburgua alcanza a 1.731 habitantes

²⁶ La información de los siete puntos de descarga fue proporcionada por el presidente del Comité de Agua Potable de Curarrehue y se corroboró por la Superintendencia de Servicios Sanitarios vía Andrés León. Tres de estos puntos fueron inspeccionados *in situ* en la visita a la comuna que se realizó el 31 de marzo, de donde provienen las fotografías de la figura 9. En la entrevista el presidente del Comité de Agua, no sólo informó respecto de estas descargas directas, sino que además señaló que el proyecto de sistema de alcantarillado para



La población que origina esta descarga es la residente en la ciudad de Curarrehue, aunque no toda, porque también existen soluciones particulares de alcantarillado en viviendas en esta ciudad, pero sí para todas aquellas viviendas y servicios que se emplazan a lo largo de la calle principal, la que corre paralela al curso del río en cuestión.

Las descargas de aguas servidas domésticas sin tratar generan múltiples efectos negativos en los cuerpos de aguas receptores. El impacto primario es el deterioro de la calidad del agua debido al aporte de materia orgánica, nutrientes (fósforo, nitrógeno), demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), sólidos y bacterias coliformes, lo que puede conducir a la eutrofización del sistema acuático (Vollenweider 1968). A su vez los cambios en el hábitat acuático por incremento de la turbidez, tasas de sedimentación y biomasa algal (Scrimgeour & Chambers 2000), provocan alteraciones en las cadenas tróficas del sistema receptor (Dyer et al. 2003) y, potencialmente, de otros cuerpos de agua para el que este receptor es un afluente directo. Entonces, las descargas domiciliarias directas a lo largo del curso del río Trancura tiene implicancias sobre el cuerpo lacustre, en la medida que el cuerpo fluvial es su alimentador principal o afluente directo, situación que ocurre en el Lago Villarrica.

Eventualmente, pueden haber descargas directas sobre el Lago Villarrica, y los efectos serían similares, sólo que actuarían más rápido que sobre ríos, por el menor movimiento que tiene el agua en un cuerpo lacustre. Por otro lado, si existen o no descargas domiciliarias directas sobre el Lago Villarrica no pudo ser corroborado –situación que ya se comentó, y en lo que se coincide con el estudio de la Fac. de Ciencias de la Universidad Austral-, ya que estas potenciales descargas se realizarían en propiedad privada (aunque se recibió información en este sentido en la oficina de Secplan, en Villarrica); no obstante, tampoco se pudo corroborar lo contrario, ya que no se recibió información de parte de la Dirección de Obras Municipales (DOM).

Finalmente, dado que no existe información primaria sobre las descargas directas en el Lago, la información teórica permite enfatizar el hecho que las descargas desde los afluentes directos, que sí han sido consideradas en estudios previos, son también relevantes y tienen impacto negativo en la cadena trófica del sistema.

Curarrehue estaba en fase de evaluación de factibilidad. También se visitó el terreno en la que se evalúa instalar la solución para el tratamiento de aguas, que es un plano en terreno municipal, localizado atrás del municipio y al que se accede por el camino contiguo al Museo Centro Cultural Mapuche Trawu Peyun. Según se señaló, esta planicie es usada como cancha municipal, y presenta el problema de inundaciones con las crecidas del río, respecto del cual esta contiguo.



Figura 9. Descargas de aguas en Curarrehue



Panel Superior Izquierdo: Fotografía de descarga directa sobre el río Trancura a la altura del Puente Trancura. Panel Superior Derecho: Descarga directa del alcantarillado sobre el curso del río, en Curarrehue urbano. Panel Inferior Izquierdo: Imagen de la localización de los siete puntos de descarga (el punto rojo indica que existe una descarga directa). Panel Inferior Derecho: Caseta proyecto de agua potable, Curarrehue – sector Estadio (a 200 mt. de allí existe otra descarga directa sobre el río).

Nota: Fotografías tomadas en marzo de 2009.

Adicionalmente debe considerarse que, en la actualidad, el centro urbano de Curarrehue se abastece de agua potable a partir de un sistema de agua rural administrado a estos efectos por un Comité ad hoc. A la fecha, los sistemas de captación para el agua son tres, siendo el más importante el que se emplaza en el mismo sector urbano, y que realiza su toma abasteciéndose -vía puntera- de las napas subterráneas (30 metros de profundidad), en el sector Estadio, junto al río Trancura, justo al lado donde está emplazada una de las descargas del sistema de alcantarillado. Cualquier efecto contaminante sobre las aguas del río Trancura

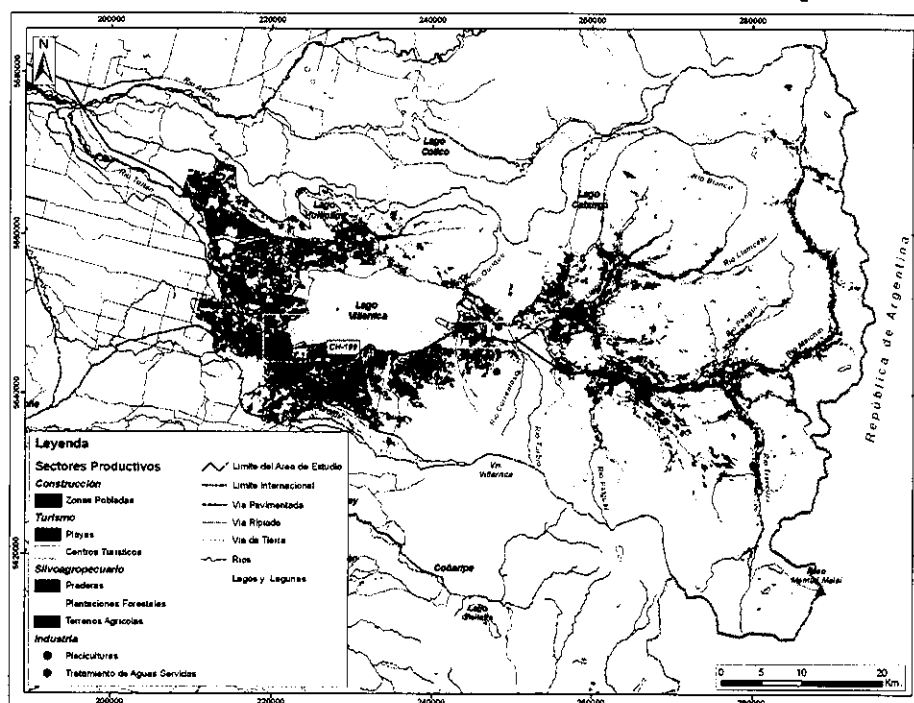


no sólo impacta la calidad de las aguas del lago Villarrica, sino que también puede llegar a afectar la calidad del agua de uso consuntivo para la comunidad.

El tratamiento de las aguas servidas domésticas implica la reducción de la carga orgánica y, principalmente, de la carga microbiológica que es vertida directamente a los cuerpos de agua. Por esto, es esperable que el río Trancura, como cuerpo receptor, pueda mejorar la calidad de sus aguas una vez que la comuna cuente con un sistema de alcantarillado que considere planta de tratamiento para aguas servidas (como se señaló, a marzo de 2009 esto sólo se encontraba en etapa de pre-factibilidad). Esto afectaría positivamente al lago Villarrica, toda vez que su principal afluente es el río Trancura, el cual –según DGA-UACH, 1994- aportaría casi el 90% del caudal entrante de los afluentes.

La figura 10 muestra los sectores productivos que afectan directamente la cuenca, por lo que la aplicación de la NSCA afectará directamente su actividad. Se puede apreciar que las praderas estas asociados a los fondos de valle donde se emplazan los sectores de Villarrica, Pucón y Curarrehue. Según las memorias explicativas de los instrumentos de planificación territorial de Villarrica, Pucón y Curarrehue (PRC), los tres centros poblados principales experimentan un crecimiento poblacional, al igual que emprendimientos turísticos situado en la ribera sur del lago Villarrica, lo que se traduce en un sostenido incremento del área de la construcción

Figura 10. Localización de los Sectores Económicos afectados por la NSCA.



Fuente: Elaboración Propia en base al SEIA y el catastro de bosque nativo de Conaf.



4. MÉTODOS DE VALORACIÓN AMBIENTAL APLICADOS EN EL AGIES DE LA CUENCA DEL LAGO VILLARRICA

El método utilizado para realizar el análisis de impacto socioeconómico de la implementación de la norma secundaria en la cuenca Villarrica corresponde al MAE-FES²⁷ cuya aplicación permitió incorporar dentro de un indicador distintas variables económicas y ecológicas que dan una visión integral del impacto de la norma, derivándose de los resultados algunas pautas de los posibles efectos que la norma tendría en caso de su aplicación y en caso de que no se aplique. Complementariamente, se realizó la identificación de actores sociales relacionados con la aplicación de la norma con el propósito de llevar a cabo el plan de difusión de manera apropiada.

4.1 Identificación de Actores Sociales

Los actores sociales relevantes son una parte importante en la realización de cualquiera evaluación económica social, puesto que entregan información que complementa la información de estudios o de la literatura disponible. Según el informe final realizado en la cuenca del Baker por la Universidad de Chile (2008), existen diversas técnicas para la identificación de los actores, las que pueden ir desde talleres masivos y reuniones de grupos, hasta entrevistas individuales (DFID, 2002; Bryson, 2004), obteniendo de este modo información que permite identificarlos y describirlos sobre la base de sus atributos, interrelaciones e intereses en relación con un objetivo definido (Ramírez, 2001).

Considerando lo anterior, en el desarrollo de la consultoría se realizaron varios intentos infructuosos por aplicar alguna de las técnicas (reuniones presenciales) para la identificación de los actores que permitiera conocer la visión de los afectados por la aplicación de la norma, situación que propició que la identificación de los actores se ejecutara a partir de revisión bibliográfica, lo cual resulta igualmente válido según el informe realizado en la cuenca del Baker por la Universidad de Chile (2008)

La realización del ejercicio teórico para identificar los actores se basó en la metodología propuesta por el Departamento de Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID, 2002), más la revisión bibliográfica, todo lo cual posibilitó clasificar los actores claves en primarios y secundarios, a fin de identificar a los afectados con la entrada en vigencia de la norma secundaria de calidad ambiental para la cuenca del Lago Villarrica. En lo específico, los actores claves corresponden a aquellos participantes que puede influenciar significativamente o que son importantes para el éxito de un proyecto.

²⁷ La realización de un análisis costo beneficio no fue posible de ejecutar debido a las conclusiones del Informe de la Universidad Austral en relación con las fuentes de contaminación del lago. Estas fuentes no corresponden a sectores productivos sobre los cuales pueda hacer un análisis del costo que implicaría la aplicación de la norma, entendiendo este costo por ejemplo como una mayor inversión producto de una mejora tecnológica para no contaminar, el costo de descontaminar, o la desvalorización del atractivo turístico cuando existe contaminación.



Por actor primario se entiende a todos aquellos grupos o individuos que son afectados por el desarrollo del proyecto, ya sea como beneficiarios o como desfavorecidos. Finalmente, como actor secundario se identificó, a todos los otros individuos o grupos con un interés o rol intermedio en el proyecto definido previamente, que en este caso es la norma secundaria y su aplicación.

4.2 Modelo Aplicado de Evaluación-AGIES (MAE-AGIES)

El modelo MAE-AGIES, reconoce tres componentes para determinar los impactos o consecuencias de aplicar una nueva regulación ambiental, las cuales son:

- Contribución económica de las actividades productivas de la zona
- Impacto ecológico tanto de los componentes bióticos como abióticos
- Vulnerabilidad Ambiental, es decir, las características físico-ecológicas del sistema, o la caracterización de la dimensión física sobre la cual se desarrolla la dimensión socio-económica

El método permite inicialmente identificar todos los sectores productivos relevantes en la cuenca de acuerdo a dos índices de importancia que se calculan en base a su aporte a ciertos indicadores económicos de la zona. Estos índices son el aporte económico (AE) y el índice de calidad de las aguas (ICA) el cual permite identificar el aporte de cada sector productivo en términos de desechos que son descargados en las aguas de la cuenca.

Con estos índices es posible obtener un ranking de los sectores económicos que tienen un mayor impacto en la cuenca y los que aportan mayor parte de la actividad económica. En la medida que el sector sea más importante para la cuenca y a su vez sea un sector que afecta la calidad de las aguas, se verá de alguna forma mayormente impactada por la aplicación de la norma.

Por otra parte, la calidad de las aguas dependerá también de las características geográficas, edáficas y ecológicas de la cuenca, motivo por el cual el modelo incorpora un índice de vulnerabilidad ambiental (VA) para cada subcuenca.

Considerando los tres aspectos anteriores se obtiene un índice del impacto socioeconómico (ISE) de la aplicación de la NSCA, el cual se calcula de la siguiente forma:

$$\text{ISE} = \text{ICA} * \text{VA} + \text{AE}$$

En los siguientes párrafos se detallan los factores considerados para la generación del índice de impacto socioeconómico (ISE) para la cuenca del Lago Villarrica:



4.2.1 Impacto sobre Calidad de las Aguas (ICA)

La elaboración de la norma secundaria implica que se limite el aporte de ciertos parámetros físico-químicos establecidos por CONAMA sobre las aguas de la cuenca del lago Villarrica.

Inicialmente, esta fase del método contemplaba la generación de una matriz de impacto (positivo, negativo o neutro) que sería completada en base al conocimiento de los expertos de los servicios de la región (CONAMA, DGA, SAG, entre otros), la cual indicaría el aporte (parámetros a normar) que realizan los sectores económicos más relevantes circunscritos a la cuenca del Lago Villarrica. Sin embargo, esta parte del análisis no se pudo realizar de la forma indicada puesto que no fue posible coordinar tal instancia de trabajo.

Conforme a lo anterior, el ICA fue calculado en base a revisión bibliográfica, la que en este caso resultó ser el estudio de Diagnóstico de la Calidad de las Aguas del Lago Villarrica elaborado por la Universidad Austral donde se estimó el aporte de nutrientes totales (Fósforo Total y Nitrógeno Total) que producen los sectores productivos contemplados por dicho estudio.

Una vez obtenidas las cargas de nutrientes totales producidas por las actividades económicas, se determinó la distribución de estas cargas a nivel de subcuencas, con lo cual se pudo obtener una valorización cualitativa del impacto sobre la calidad de las aguas. Lo anterior, bajo el supuesto de que mientras más negativo sea el efecto de una actividad sobre un parámetro y mayor sea su aporte económico a la cuenca, más impactará la calidad de las aguas.

4.2.2 Índice de Vulnerabilidad Ambiental (IVA)

En base a las características edáficas, geográficas y ecológicas de la cuenca que determinan en gran medida la cantidad de nutrientes y/o contaminantes que pueden llegar a la cuenca a través de sus afluentes y efluentes, se calculó el índice de vulnerabilidad ambiental. Esto significa que a medida que los valores del índice VA sean más altos, hay una mayor probabilidad que los parámetros de la norma puedan ser excedidos.

El índice de vulnerabilidad se compone de los siguientes factores: erosión potencial (EP), flujo sub-superficial (FS), zona ripariana (ZR) y factor de dilución (FD).

Con el fin de medir la facilidad con que cualquier compuesto o sustancia es transportado hacia el lago se calcula el índice de Erosión Potencial (EP) y flujo sub-superficial (FS). Este trayecto es a su vez filtrado por la vegetación ripariana cercana al lago, lo que se calcula con el índice de zona ripariana (ZP). Finalmente, el factor de dilución (FD) se basa en que mientras más alto sea el caudal de río o lago, menor será la probabilidad que los parámetros normados sobrepasen los márgenes establecidos. El índice se calcula como:

$$VA=EP*ZR+FS+FD$$



4.2.3 Índice de Aporte Económico (AE)

Considerando los aspectos económicos de la cuenca fue calculado el índice de aporte económico (AE). Para comenzar los sectores económicos fueron categorizados acorde con las actividades más importantes en la zona, basados en la información oficial existente (INE, Banco Central, ProChile, MIDEPLAN, etc.) y el recorrido por la cuenca realizado por el equipo consultor. Los sectores identificados corresponden a: Turismo, construcción, Agricultura y silvícola, e industria. Considerados estos sectores se procedió a caracterizarlos acorde con la siguiente información:

- La estructura de la economía de la cuenca, representada en el aporte al Producto Interno Bruto Regional (PIBR) de cada sector.
- El comportamiento a través del tiempo de esta estructura, representada en la variación porcentual anual del aporte de cada uno de los sectores a la economía regional en los últimos 4 años.
- Las salidas del sistema económico regional, constituidas por las exportaciones regionales, por sector económico para los últimos 3 años.

Cabe mencionar que no existe información económica disponible sólo para la cuenca, por lo que en se tuvo que reconstruir cada uno de estos indicadores acorde con información sobre empleo (población ocupada), para la cual existe información con el mismo nivel de desagregación (Comunal) que el censo de población del INE.

El detalle de esta información se muestra en la Tabla 16, donde se aprecia que las actividades económicas llevadas a cabo en la cuenca absorben al 8,7% de los ocupados a nivel regional, lo que puede suponer un buen proxy del aporte de cada grupo de ocupación a la economía regional, bajo el supuesto que el empleo y el nivel de actividad económica están directamente correlacionados. Basados en esto –y ante la ausencia de estadísticas de actividad económica presentadas con una desagregación mayor a la regional-, se utilizará el empleo por categoría o grupo de ocupación (medido como población ocupada, información que sí está disponible con los mismos niveles de desagregación que el censo, siendo la última onda disponible la de 2002) para ‘escalar la información hacia abajo’.



Tabla 16. Proporción del empleo regional presente en la cuenca hidrográfica del lago Villarrica, a partir de información de población ocupada

| Categorías de Ocupación | Población ocupada | | | | | Participación regional de la población ocupada de la cuenca |
|---|-------------------|-------|------------|--------------|--------------|---|
| | Curarrehue | Pucón | Villarrica | TOTAL CUENCA | La Araucanía | |
| 1. Fuerzas armadas, carabineros e investigaciones | 38 | 31 | 71 | 140 | 2.371 | 5,9% |
| 2. Miembros de los poderes ejecutivo y legislativo personal directivo de la administración pública | 2 | 1 | 6 | 9 | 131 | 6,9% |
| 3. Directores de empresa (tienen 3 o más directores) | 3 | 38 | 43 | 84 | 871 | 9,6% |
| 4. Gerentes de pequeñas empresas (tienen 1 o 2 directores) | 55 | 335 | 607 | 997 | 11.592 | 8,6% |
| 5. Profesionales de las ciencias físicas, químicas y matemáticas de la ingeniería | | 72 | 92 | 164 | 2.308 | 7,1% |
| 6. Profesionales de las ciencias biológicas, medicina y salud | 10 | 65 | 129 | 204 | 3.301 | 6,2% |
| 7. Profesionales de la enseñanza | 98 | 206 | 722 | 1.026 | 12.077 | 8,5% |
| 8. Otros profesionales científicos e intelectuales | 10 | 101 | 209 | 320 | 4.427 | 7,2% |
| 9. Técnicos y profesionales de nivel medio de las ciencias físicas y químicas, la ingeniería y afines | 9 | 130 | 275 | 414 | 4.127 | 10,0% |
| 10. Técnicos y profesionales de nivel medio de las ciencias biológicas, la medicina y salud | 20 | 61 | 134 | 215 | 3.257 | 6,6% |
| 11. Maestros e instructores técnicos | 18 | 54 | 135 | 207 | 3.010 | 6,9% |
| 12. Otros técnicos | 58 | 451 | 825 | 1.334 | 16.331 | 8,2% |
| 13. Oficinistas | 42 | 234 | 587 | 863 | 11.279 | 7,7% |
| 14. Empleados en trato directo con el público | 14 | 216 | 275 | 505 | 4.599 | 11,0% |
| 15. Trabajadores de los servicios personales y de protección y seguridad | 71 | 813 | 893 | 1.777 | 13.758 | 12,9% |
| 16. Modelos, vendedores y demostradores | 40 | 346 | 888 | 1.274 | 16.442 | 7,7% |
| 17. Agricultores y trabajadores calificados de explotaciones agropecuarias, forestales y pesqueras con destino al mercado | 293 | 425 | 1.129 | 1.847 | 29.294 | 6,3% |
| 18. Trabajadores agropecuarios y pesqueros de subsistencia | 1 | 5 | 31 | 37 | 521 | 7,1% |



| Categorías de Ocupación | Población ocupada | | | | | TOTAL CUENCA | La Araucanía | Participación regional de la población ocupada de la cuenca |
|---|-------------------|-------|------------|-------|--------|--------------|--------------|---|
| | Curarrehue | Pucón | Villarrica | 2.038 | 13.635 | | | |
| 19. Oficiales y operarios de la industrias extractivas y de la Construcción | 115 | 679 | 1.244 | 2.038 | 13.635 | 14,9% | | |
| 20. Oficiales y operarios de la metalurgia, la construcción Mecánica y afines | 14 | 166 | 439 | 619 | 7.145 | 8,7% | | |
| 21. Mecánicos de precisión, artesanos, operarios de las artes gráficas y afines | 13 | 145 | 418 | 576 | 1.912 | 30,1% | | |
| 22. Otros oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios | 32 | 155 | 606 | 793 | 6.345 | 12,5% | | |
| 23. Operadores de instalaciones fijas y afines | 9 | 20 | 48 | 77 | 971 | 7,9% | | |
| 24. Operadores de máquinas y montadores | 12 | 23 | 118 | 153 | 2.630 | 5,8% | | |
| 25. Conductores de vehículo y operadores de equipos pesados y Móviles | 52 | 291 | 699 | 1.042 | 13.941 | 7,5% | | |
| 26. Trabajadores no calificados de ventas y servicios | 129 | 814 | 1.533 | 2.476 | 25.280 | 9,8% | | |
| 27. Peones agropecuarios, forestales, pesqueros y afines | 132 | 245 | 674 | 1.051 | 18.671 | 5,6% | | |
| 28. Peones de la minería, la construcción, la industria manufacturera y el transporte | 168 | 484 | 1.044 | 1.696 | 18.321 | 9,3% | | |

Fuente: INE. Censo Población y Vivienda, 2002.



Tabla 17. Grupos de ocupación asignados manualmente a sectores de la actividad económica

| Homologación | | Factor de ajuste |
|---|------------------------|------------------|
| Sector económico | Grupo de Ocupación | |
| Agropecuario-silvícola | 8 17 18 19 27 9 12 | 0,0849 |
| Pesca | 8 17 18 19 27 9 12 | 0,0849 |
| Minería | 12 19 28 | 0,1079 |
| Industria Manufacturera | 12 13 28 25 24 23 20 | 0,0785 |
| Electricidad, Gas y Agua | 12 13 | 0,0791 |
| Construcción | 12 19 20 28 25 23 24 | 0,0889 |
| Comercio, Restaurantes y Hoteles | 13 14 16 26 | 0,0904 |
| Transporte y Comunicaciones | 12 13 28 25 | 0,0814 |
| Servicios Financieros y Empresariales (1) | 3 4 14 26 | 0,0975 |
| Propiedad de vivienda | 26 | 0,0979 |
| Servicios Personales (2) | 5 6 7 8 10 11 15 21 22 | 0,1089 |
| Administración Pública | 1 2 7 17 | 0,0855 |
| TOTAL | | 1,08590 |

Fuente: INE. Censo Población y Vivienda, 2002.

No obstante, hacer este escalamiento requiere que se realice un paso previo: un pareo o *matching* entre los grupos o categorías de ocupación (INE) y la clasificación de sectores de actividad económica (dada por la medición del PIB por sectores, que realiza el Banco Central de Chile). Para esto, fue necesario homologar estas categorizaciones, para lo que se asociaron los grupos de ocupación a cada sector económico, según muestran las dos primeras columnas de la Tabla 17 (los códigos de los grupos de ocupación corresponden a los números de la primera columna de la Tabla 16).

Luego, se calculó el promedio de empleo para cada sector económico del PIB Regional, acorde con los datos censales²⁸ y la homologación anterior, según los grupos de ocupación definidos y se utilizó esta proporción (o factor de ajuste, en la última columna de la Tabla 16) para escalar a nivel de cuenca la información económica disponible, entendiéndose que este factor representa a la proporción de la población de la cuenca sobre la población regional que trabaja en cada sector.

Con esta información fue posible obtener la distribución del PIB de la cuenca sobre la base del PIB regional para 2006 (la elección de este año no es arbitraria: corresponde a la información disponible más actualizada para esta variable).

Las siguientes figuras muestran tanto las participaciones de cada sector económico en el PIB de la cuenca hidrográfica del Lago Villarrica, como la participación de cada sector en el PIB regional.

²⁸ No hay información más actualizada sobre empleo para cada una de las comunas involucradas.



Figura 11. Participación de cada sector económico en el PIB de la cuenca del Lago Villarrica

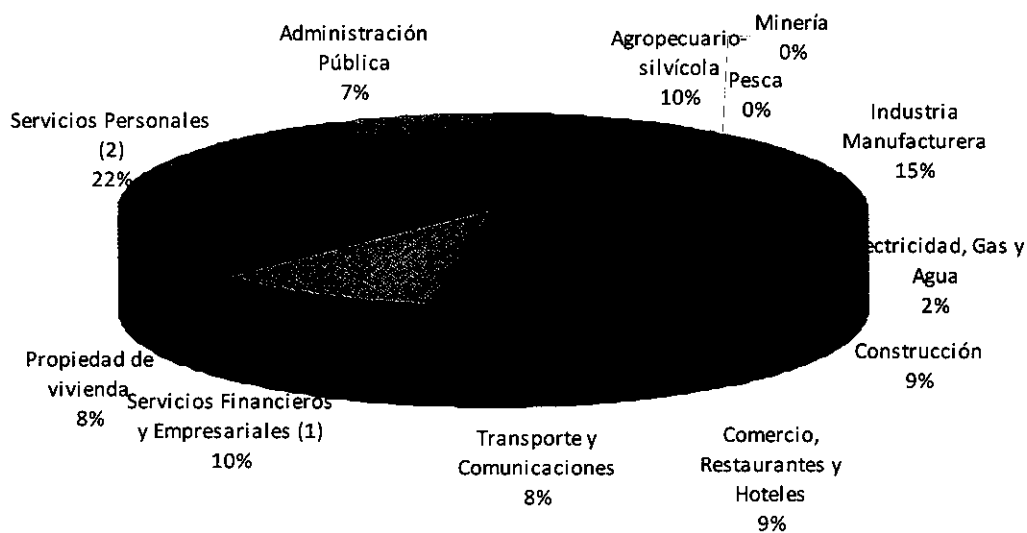
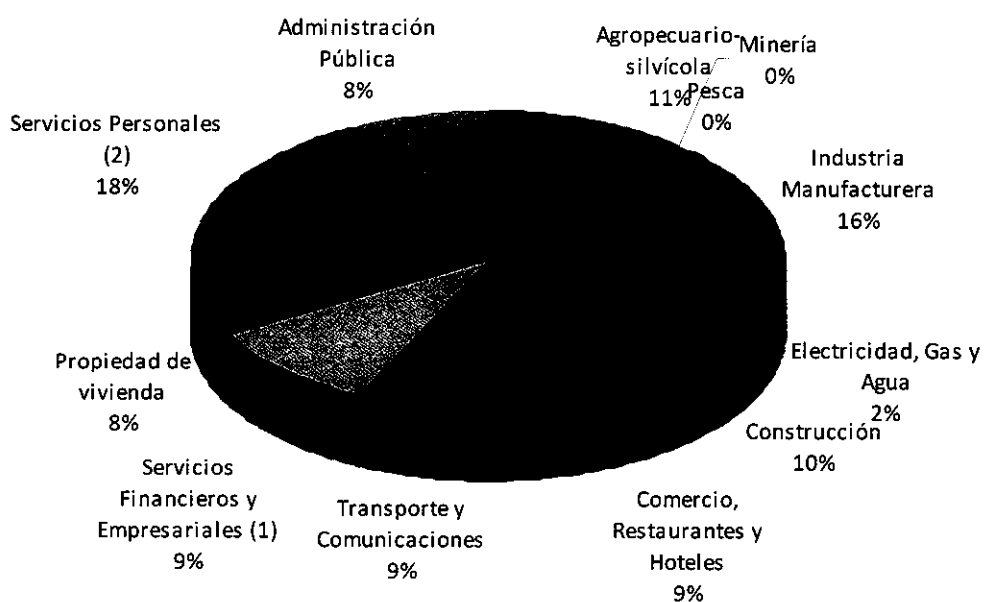


Figura 12. Participación de cada sector Económico en el PIB Regional



Fuente: Elaboración propia en base a información oficial

(1) Incluye servicios financieros, seguros, arriendo de inmuebles y servicios prestados a empresas.

(2) Incluye educación y salud, pública y privada y otros servicios



En las figuras anteriores se aprecia que una importante parte del PIB regional proviene de servicios personales e industria manufacturera seguidos, por el sector agropecuario, silvícola y construcción. Por parte de la cuenca, es posible ver un comportamiento similar en cuando a la distribución del PIB por los sectores económicos. Es importante recalcar que esto es una estimación que debe ser analizada con cuidado, puesto que la información disponible es de 2002 por lo que pueden existir sectores que sean sub o sobre estimados en relación con su participación en el PIB de la cuenca.

Al observar la tasa de crecimiento del PIB de la cuenca del lago Villarrica para el período 2004-2006 (Tabla 18), como una forma de aproximarnos a su evolución y ver alguna tendencia subyacente, es posible notar que lo corto de la serie impide sacar conclusiones robustas, apreciándose algunas inestabilidad (como es el caso de pesca y minería, sectores que además tienen muy baja participación a nivel regional). En general, también es fácil señalar que varios sectores registraron caídas entre el año 2005 y 2006 (lo que, dadas las condiciones globales de la economía doméstica e internacional, nos permite anticipar que se registrarán nuevas caídas cuando las estadísticas oficiales del PIB regional salgan a la luz). Esto ocurre para los sectores de construcción, agropecuario silvícola y comercio, restaurantes y hoteles.²⁹

Tabla 18. Tasa de variación anual del PIB de la cuenca.

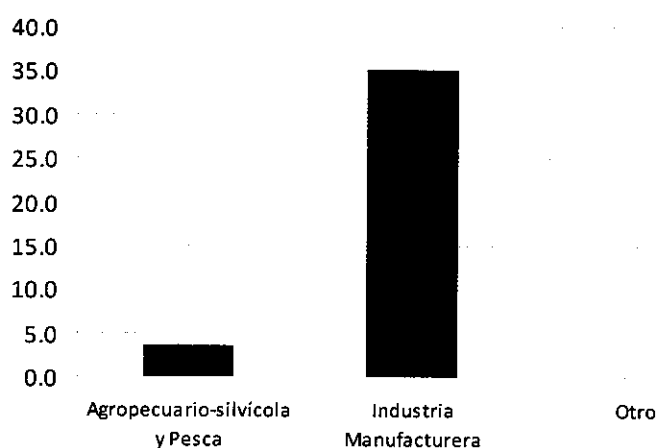
| Actividad | 2004 | 2005 | 2006 |
|---------------------------------------|--------|-------|--------|
| Agropecuario-silvícola | 7.0% | 13.7% | 5.3% |
| Pesca | -80.2% | -8.7% | 187.8% |
| Minería | -4.7% | 23.8% | -6.1% |
| Industria Manufacturera | 15.6% | 10.6% | 12.2% |
| Electricidad, Gas y Agua | 3.0% | 7.4% | 6.2% |
| Construcción | 1.3% | 9.9% | 1.3% |
| Comercio, Restaurantes y Hoteles | 11.9% | 6.2% | 3.9% |
| Transporte y Comunicaciones | 4.2% | 3.1% | 3.1% |
| Servicios Financieros y Empresariales | 6.3% | 8.7% | 8.3% |
| Propiedad de vivienda | 2.4% | 3.1% | 3.1% |
| Servicios Personales | 1.5% | 3.2% | 0.5% |
| Administración Pública | 2.0% | 4.4% | 1.4% |

Fuente: Elaboración propia en base a información oficial

²⁹ La categoría de comercio, hoteles y restaurantes fue considerada como turismo para la elaboración de los índices.



Figura 13. Exportaciones de la cuenca del Lago Villarrica en 2006
(En millones de dólares corrientes)



Las principales exportaciones de la cuenca corresponden a la Industria manufacturera que concentra el 90% de las exportaciones de la cuenca. El nivel de exportaciones de la cuenca corresponde al 7,9% de la región, donde se repite que la industria manufacturera concentra el mayor porcentaje de exportaciones. Dada la disponibilidad de información se consideró este sector como “industria” acorde con la información de Banco Central para el PIB regional.

Cabe señalar que en informes AGIES anteriores (como el de la región de Aysén) se trabajó este índice también con estadísticas de Inversión extranjera directa (IED), la que no existe en la región de la Araucanía desde el año 2005. Por esta razón sólo se tomaron estas tres variables como medidas del aporte económico de cada sector productivo de la cuenca hidrográfica del Lago Villarrica.

4.2.4 Espacialización de Resultados

La especialización de los índices se fundamentó en el uso de sistemas de información geográfica (SIG), en este caso ARCGIS 9.3 e Idrisi 15.0, Andes Edition, tecnologías que permitieron observar y tratar una gran cantidad de información a diferentes escalas, además de extrapolar distintos tipos de datos.

En el caso de la especialización de los índices ICA y del IAE, esta tarea se hizo de manera diferente para los sectores económicos cuyas actividades productivas estuviesen relacionadas con fuentes difusas de contaminación (Agricultura, Ganadería), de aquellas cuyos desechos fueran descargados de manera puntual (Industria). Para cuantificar el impacto de las fuentes puntuales de descarga se utilizó la siguiente fórmula que sirvió de guía:



(Número de usos i por tramo / Longitud del tramo)* Índice i

Para fuentes difusas se consideró el área que ocupa el desarrollo de cada actividad y el impacto, se calculó con la siguiente fórmula:

(Índice i * área del uso i por tramo) / Área Cuenca por tramo

Donde “usos i” se refiere a cualquiera de los sectores productivos previamente identificados, y el “índice i” se refiere a los índices ICA o AE.

Para el caso de la espacialización del índice de vulnerabilidad ambiental, el método empleado consistió en la superposición cartográfica de las coberturas que componen el índice, las cuales fueron integradas mediante la herramienta de Combinación Lineal Ponderada (CLP) presente en el software Idrisi 15.0, Andes Edition.



5. RESULTADOS

5.1 Identificación de Actores

5.1.1 Actores Claves

Comité Norma Ambiental Lago Villarrica: Este comité conformado por 16 servicios públicos con competencia ambiental, representa el componente de primer orden en la generación y aplicación de la norma, de ahí su categorización como actor clave.

Los servicios públicos participantes son:

- SEREMI Economía
- SEREMI Bienes Nacionales
- SEREMI Obras Públicas
- SEREMI Salud
- SEREMI Planificación
- Gobernación Marítima de Valdivia
- Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante
- Dirección Regional de SERNATUR
- Dirección Regional de SERNAPESCA
- Dirección Regional SAG
- Dirección Regional Obras Hidráulicas
- Corporación Nacional de Desarrollo Indígena
- Comisión Nacional de Riego
- Capitanía de Puerto de Villarrica
- Consejo de Monumentos Nacionales
- Superintendencia de Servicios Sanitarios

5.1.2 Actores Primarios

Actividades con presencia de fuentes puntuales de contaminación:

- Aguas Araucanía S.A. (empresa de servicios sanitarios)
- Empresas de piscicultura (comunas de Villarrica, Pucón y Curarrehue)
- Municipalidad de Curarrehue
- Comité de Agua Potable de Curarrehue y otros comités de agua potable rural que pertenecen a los territorios de las comunas consideradas.
- Comunidades campesinas agrícolas (considerar la participación de los encargados de PRODER o PRODESAL)
- Empresas inmobiliarias operando en las comunas de Villarrica, Pucón y Curarrehue



5.1.3 Actores Secundarios

Servicios públicos: se considerarán a los demás servicios públicos con competencia ambiental que no sean parte del comité de la norma y a los que puedan tener algún interés o relación con la calidad de las aguas en la cuenca del lago.

Municipios: si bien estas instituciones no tienen injerencia directa sobre la norma, son de suma importancia como canal de comunicación entre los afectados y los servicios públicos a cargo de la ejecución de la norma.

ONG's del área ambiental: representan a un grupo de personas asociadas, con intereses de forma indirecta sobre la calidad de los cuerpos de agua; y como actores sociales cumplen un rol en cuanto a la generación y divulgación de información ecológica-ambiental.

Centros de investigación y Universidades regionales: aquí se consideran a los grupos científicos que realizan actividades de investigación dentro de la cuenca, y que son afectados indirectamente por la calidad de los cuerpos de agua.

Asociaciones gremiales de productores: corresponde a grupos económicos que su actividad implique fuentes difusas de contaminación.



5.2 Modelo Aplicado de Evaluación-AGIES (MAE-AGIES)

5.2.1 Impacto sobre Calidad de las Aguas (ICA)

Dado que los datos de información de parámetros de calidad del agua se obtuvieron a mediados del 2009, no fue posible coordinar la realización de encuestas y ronda de consultas con los organismos y actores principales, lo que habría permitido estimar el impacto que la norma tendría sobre las actividades económicas que se desarrollan en el área de estudio.

Por tal razón, en este punto se ha optado por presentar los resultados del estudio de Diagnóstico de la Calidad de Las Aguas del Lago Villarrica realizado por la Universidad Austral que contempla la Carga de nutrientes (P y N) por Usos de suelo, Fuentes difusas, Piscicultura y la Planta Pucón.

En forma desagregada, el Informe estimó que la Carga de Nutrientes por subcuencas según usos del suelo son los que se aprecian en la Tabla 19. Para efectos de este análisis, la carga por usos de suelo estimada se entiende equivalente a las actividades silvoagropecuarias, ya que los usos de suelo considerados en el análisis contemplan este tipo de coberturas.

Tabla 19. Cargas de nutrientes según subcuencas y usos del suelo

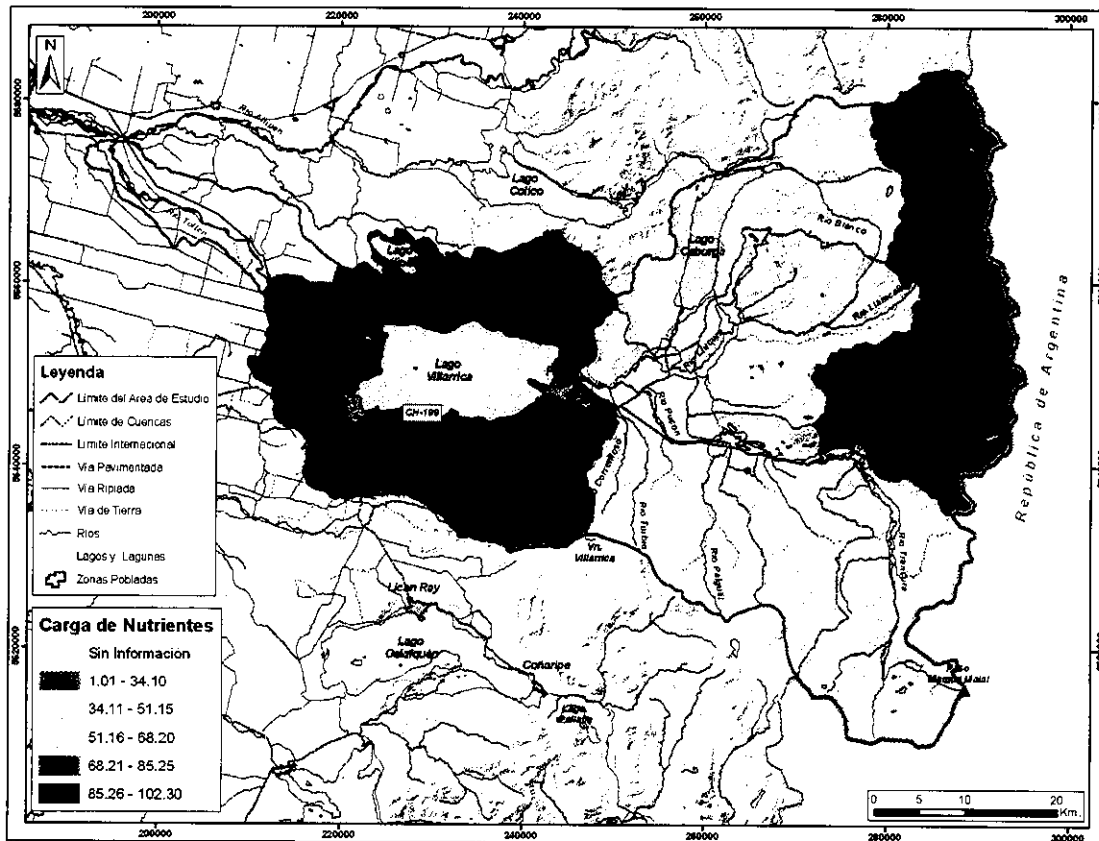
| Subcuencas | N-total (ton/año) | P-total (ton/año) | Total Nutrientes por Subcuencas |
|-------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| Maichin | 168,53 | 54,27 | 222.8 |
| Trancura | 101,84 | 40,60 | 142.44 |
| Caburga | 104,32 | 39,77 | 144.09 |
| Liucura | 103,86 | 35,65 | 139.51 |
| Pangui | 37,77 | 13,14 | 50.91 |
| Pucón | 83,70 | 32,94 | 116.64 |
| Palguín | 108,94 | 44,25 | 153.19 |
| Quelhue | 12,89 | 5,22 | 18.11 |
| Pucón-El claro | 25,13 | 6,74 | 31.87 |
| Ribera norte | 29,97 | 7,69 | 37.66 |
| Volcán Villarrica | 15,03 | 4,76 | 19.79 |
| Candelaria | 20,56 | 6,46 | 20.4 |
| Molco | 15,44 | 4,96 | 31.60 |
| Huincacara | 26,49 | 5,69 | 32.18 |
| Lago Villarrica | 35,78 | 14,49 | 20.63 |
| Lago Caburga | 104,9 | 4,25 | 6.05 |
| TOTAL | 900,74 | 320,88 | 1156.27 |

Fuente: Informe de Diagnóstico de la Calidad de las Aguas, Universidad Austral (2009)



En base a la sumatoria de los nutrientes presentados en la tabla anterior, se puede observar que las mayores entradas de nutrientes provinieron de la subcuenca Maichin (N-total = 168,53 ton/año, P-total = 54,27 ton/año) situada en la parte alta de la cuenca del lago Villarrica. Esta situación se puede explicar por la gran superficie de bosques nativos, lo que significa una carga de Ntotal = 40,77 ton/año y P-total = 22,66 ton/año, bosques renovales con N-total = 25,87 ton/año y P-total = 15,53 ton/año y una menor superficie de praderas (N-total = 43,05 ton/año, P-total = 7,63 ton/año). En la figura 14 se observa la carga de contaminantes producidos por los suelos.

Figura 14. Carga de Nutrientes (ton/año) por Subcuenclas según actividades agropecuarias (Usos de Suelo)



Fuente: Estudio de Diagnóstico de la Calidad de Las Aguas del Lago Villarrica, desarrollado por la Universidad Austral para CONAMA Araucanía



El Informe desarrollado por la Universidad Austral además estimó un aporte importante de nutrientes por cargas difusas en relación con las edificaciones habitacionales que se encuentran en la franja costera del lago Villarrica, en especial las construcciones de su rivera sur (las descargas del pueblo Curarrehue se consideró ya en las mediciones en el río Trancura).

El total de habitaciones en la franja costera sur del Lago Villarrica se estimó en 620. La permanencia de 3720 personas por un periodo de 60 días en la franja costera genera un aporte estimado de **0,732 Ton de P al año**. A esta cantidad se suman los aportes de 372 personas (10%), cuya permanencia en el lugar es permanente y cuyo aporte alcanza las 0,445 Ton de P. El aporte total de P que llega al lago Villarrica en forma difusa desde la franja costera considerada alcanza un total de **1,177 Ton /año**. (U. Austral 2009)

El N total que generan las personas residentes temporales y permanentes se estima en 20grs día. La permanencia de 3.720 personas por 60 días al año genera un total de 3,571 Ton. El aporte de los residentes permanentes alcanza un total de 2,172 Ton. El aporte total de N que llega al lago Villarrica en forma difusa desde la franja costera considerada alcanza las **6,105 Ton/año**. (U. Austral 2009)

Finalmente, la actividad asociada a la piscicultura y la Planta de Tratamiento de aguas Servidas de la ciudad de Pucón fueron las otras dos fuentes de contaminación consideradas por el estudio. En el primer caso el estudio contempla la existencia de un total de 17 pisciculturas (año 2008), cuya principal producción está dirigida en su mayoría a la obtención de ovas, alevines y smolts de salmónidos. Por su parte las cargas asociadas a la Planta de Tratamientos, contempla el periodo 2006-2007. En la Tabla 20 se puede observar un resumen de las cargas por actividad económica estimadas por la Universidad Austral.

Tabla 20. Estimación de la carga de fósforo total (PT) y nitrógeno total (NT) al Lago Villarrica durante 2008

| Actividad | PT (ton/año) | NT (ton/año) |
|----------------------------------|--------------|---------------|
| Piscicultura | 3,4 | 115,5 |
| Planta Pucón | 4,9 | 80,8 |
| Suelos | 320,9 | 900,7 |
| Fuentes difusas (Casa de verano) | 1,2 | 6,1 |
| Total | 330,4 | 1103,1 |

Fuente: Diagnostico de la calidad del las aguas del Lago Villarrica (Universidad Austral 2009)

De la sumatoria de las cargas de nutrientes originadas por las actividades contempladas en el informe de la Universidad Austral, se puede establecer que los mayores aportes de Fósforo Total y Nitrógeno Total a nivel de subcuenca provienen de aquellos territorios (cuencas) de mayor extensión que se ubican en la sección alta de la hoya hidrográfica, donde los uso de suelo corresponde a bosques nativos y bosques renovales. Esta última situación explica que, comparativamente, en las cuencas donde se desarrollan praderas y matorral su aporte no sea tan significativo (cuencas más pequeñas), siendo que estas coberturas son grandes productoras de Nitrógeno y Fósforo.

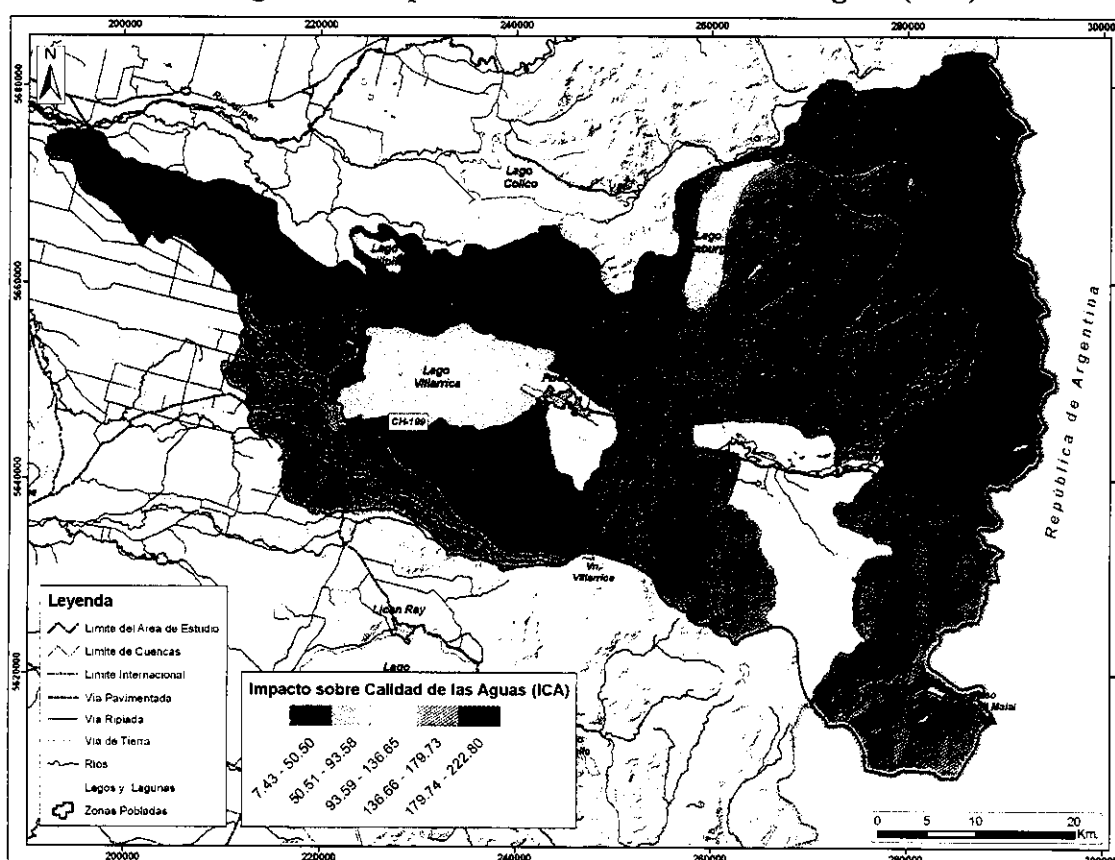


En la figura 15 se puede apreciar que en la subcuenca del Río Maichín es donde se produce el mayor aporte de nutrientes a la cuenca, seguido de una serie de cuencas ubicadas en la zona interior, donde se presenta una alta presencia de bosques.

Por su parte, las subcuencas donde se producen las cargas artificiales difusas que llegan al lago Villarrica de las Casas de verano (rivera sur del Lago), al compararlas en el conjunto de actividades evaluadas, representan aportes menores de nutrientes al lago, situación que se ve reforzada por la ostensible disminución de bosques en tales cuencas producto de las corridas de lava del volcán Villarrica y la mayor acción antrópica en la zona de valle.

En último término cabe hacer notar que las cuencas que encierran la ciudad de Pucón y la localidad de Currarrehue se sitúan en una posición intermedia (color amarillo) debido a la presencia de una planta de tratamiento y las pisciculturas respectivamente.

Figura 15. Impacto sobre la Calidad de Las Aguas (ICA)



Fuente: Applus, 2009



5.2.2 Índice de Vulnerabilidad Ambiental (VA)

El cálculo de este índice supone la identificación de los 4 factores que representan las características edáficas, geográficas y ecológicas de la cuenca, expresados como los factores de erosión, dilución, permeabilidad (suelos) y zonas riparianas. Posteriormente estos cuatro factores se integran en la siguiente fórmula para calcular la vulnerabilidad ambiental:

$$VA = EP \times ZR + FS + FD$$

A continuación se presenta los resultados de los 4 factores que considera la construcción del Índice de vulnerabilidad ambiental:

i) Erosión potencial: Con este factor se estima el transporte superficial de nutrientes que ocurre desde las zonas de montaña hacia los cuerpos de agua. Para evaluarlo, se utiliza la ecuación universal de pérdida de suelo (RUSLE) que permite predecir pérdidas de suelo a largo plazo, estimándose los sectores críticos que pueden ser afectados por este fenómeno de forma espacialmente explícita utilizando datos de relieve, tipo y uso de suelo (Oñate-Valdivieso 2004, Clérici & García Préchech 2001, Raghunath 2002). Los factores erosivos que considera esta ecuación son los siguientes:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \times R$$

A: es la pérdida de suelo promedio anual [t/ha/año].

R: es el factor erosividad por lluvias [MJ/ha*mm/hr]. Se refiere a un factor pluviosidad-escorrentía, que se mide en base a la intensidad de las precipitaciones en la zona de estudio.

K: es el Factor erodabilidad o susceptibilidad del suelo a la pérdida de suelo [t/ha.MJ*ha/mm*hr]. Su valor depende de la textura superficial, la estructura, la permeabilidad y del contenido de materia orgánica del suelo.

LS: es el factor topográfico, representa el flujo acumulado de agua en base a la pendiente y la distancia entre el punto donde inicia el escurrimiento de agua cuando llueve hasta donde se encuentra con un curso definido.

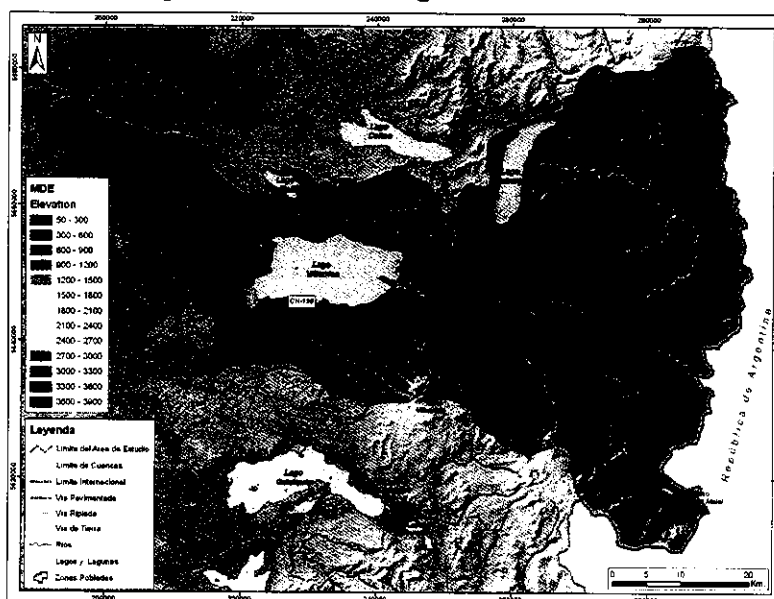
C: es el factor que representa el tipo de uso o cobertura del suelo.

P: es el factor de prácticas de conservación tendientes a disminuir la pérdida de suelo.

Para calcular el **factor LS**, se construyó un modelo digital de elevaciones (DEM, figura 16) a partir de curvas de nivel cada 25 metros, desde el cual se derivó un mapa de pendientes (figura 13).



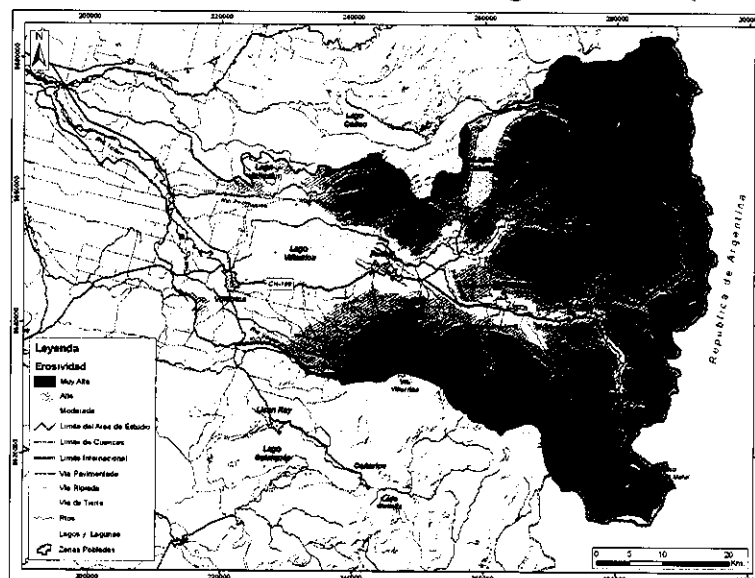
Figura 16. Modelo Digital de Elevaciones



Fuente: Applus, 2009, a partir de cartografía digital DGA, escala 1:50.000

En orden a los requerimientos de la RUSLE, posteriormente se analizan las coberturas de erosividad (figura 17) que permite obtener el factor R y la erodabilidad (figura 18) que posibilita conseguir el factor K, además de la cobertura de suelo para construir el factor C.

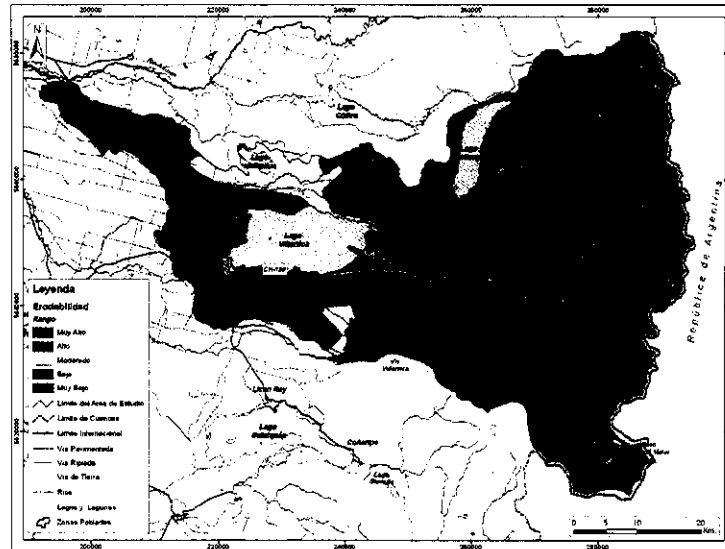
Figura 17 Erosividad de la Cuenca del Lago Villarica (Factor R)



Fuente: Applus, 2009, en base a cobertura del sitio www.sinia.cl



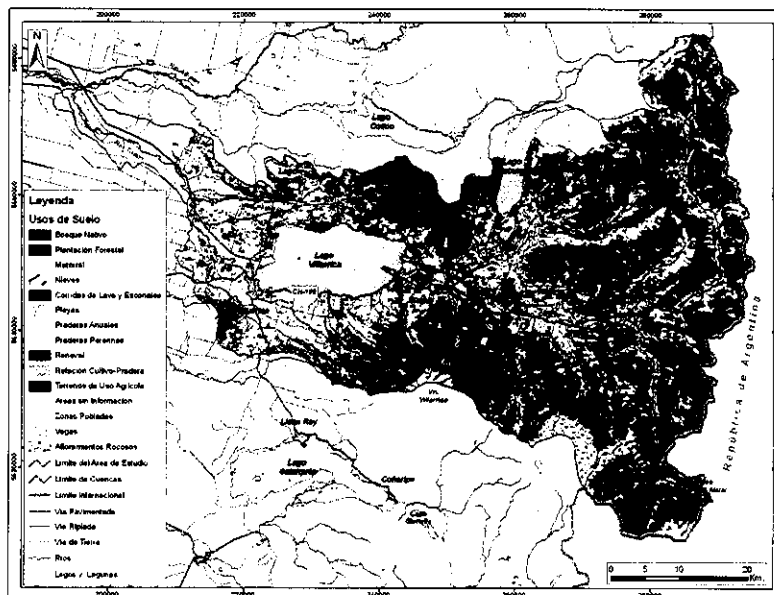
Figura 18. Erodabilidad de la Cuenca del Lago Villarrica (Factor K)



Fuente: Applus, 2009, en base a cobertura del sitio www.sinia.cl

El factor P se asume con valor 1 ya que no se encontró información espacial de zonas con algún tipo de manejo para evitar de erosión. El último factor que corresponde calcular es C, el cual representa el tipo de uso o cobertura del suelo.

Figura 19. Usos de Suelo Cuenca del Lago Villarrica (Factor C)

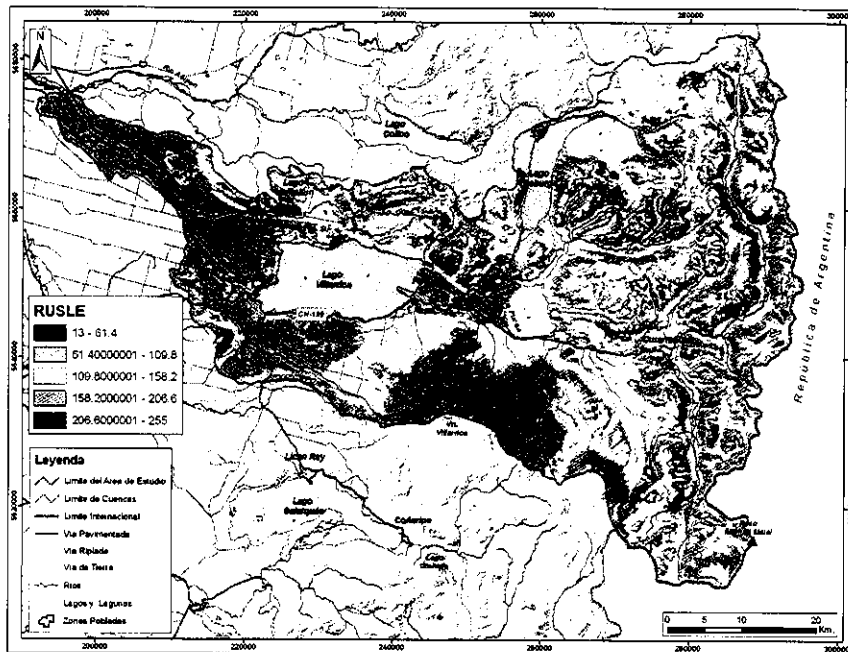


Fuente: Applus, 2009, en base a Catastro de Bosque Nativo CONAF.



Para completar esta fase del índice, se estimó la erosión potencial que presenta la cuenca (Ver Figura 20), presentándose las mayores tasas de erosión en aquellas zonas donde se conjugan elevadas pendientes, una alta erodabilidad y erosividad, y donde existen terrenos que no cuentan con protección frente a la acción de agentes erosivos (zonas sin vegetación por ejemplo).

Figura 20. Erosión Potencial



Fuente: Applus, 2009.

ii) Flujo Subsuperficial: Este factor se relaciona a que muchas de las descargas industriales y desechos de actividades productivas llegan a las aguas de los ríos por percolación de las agua lluvias, las cuales arrastran partículas a las capas sub-superficiales del suelo, escurriendo hasta los ríos.

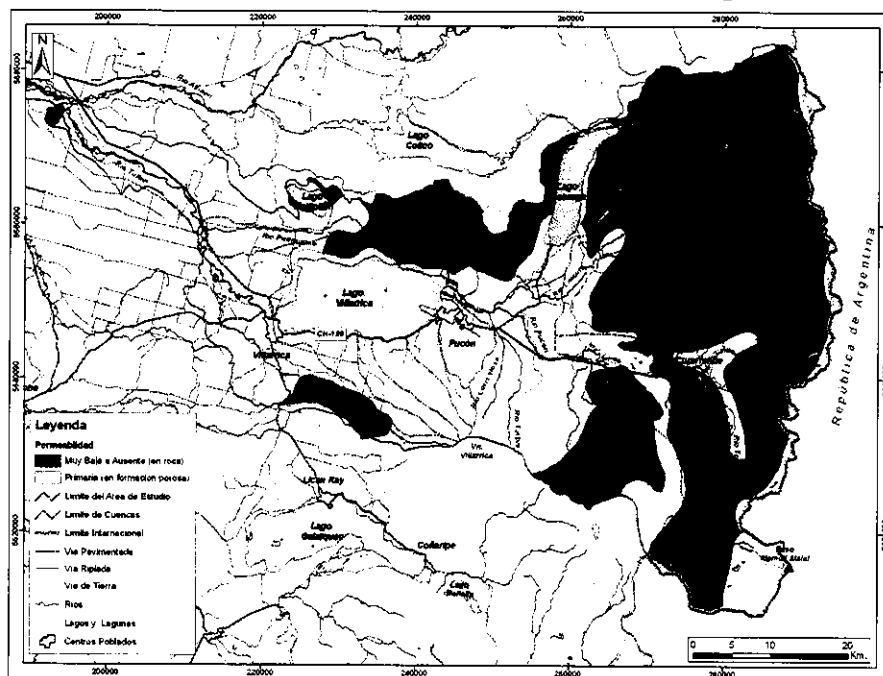
Por tal razón, este factor depende de la permeabilidad del sustrato, lo que se relaciona con las características hidrogeológicas de los suelos que soportan las actividades económicas (Yarrow et al 2008). Según estudios hidrogeológicos de la DGA³⁰, la permeabilidad de los suelos para el área de estudio comprende la categoría muy baja a ausente en roca, y primaria en formación rocosa (Figura 21). Esta cobertura diferencia de forma muy gruesa las

³⁰ Cobertura Ocurrencia de Aguas Subterráneas. Mapoteca DGA WGS84\02_DGA\05_Estudios\Hidrogeologico



características hidrogeológicas de los suelos, pero constituye la única representación del riesgo por contaminación difusa por flujos subsuperficiales disponible.

Figura 21. Permeabilidad de los Suelo Cuenca del Lago Villarica



Fuente: Applus, 2009, en base a cobertura de estudio hidrogeológico, DGA.

iii) Zona Ripariana: Este factor se ha incorporado al modelo debido a que se consideran las zonas riparianas como filtros de la carga de sedimentos que escurren por la cuenca (Yarrow et al 2005). De acuerdo a Naiman (2005), las zonas riparianas tienen la capacidad de inmovilizar los sedimentos arrastrados por la escorrentía superficial, reteniendo una parte importante de los nutrientes y metales que pueden escurrir desde las laderas de la cuenca.

Se ha establecido como zona ripariana una zona buffer de 200m alrededor del Lago (figura 22), área sobre la cual se superpondrán los usos del suelo para estimar diferentes filtros de la carga de sedimentos que escurren por la cuenca de acuerdo a la clasificación de Yarrow (2005) que se aprecia en la Tabla 21

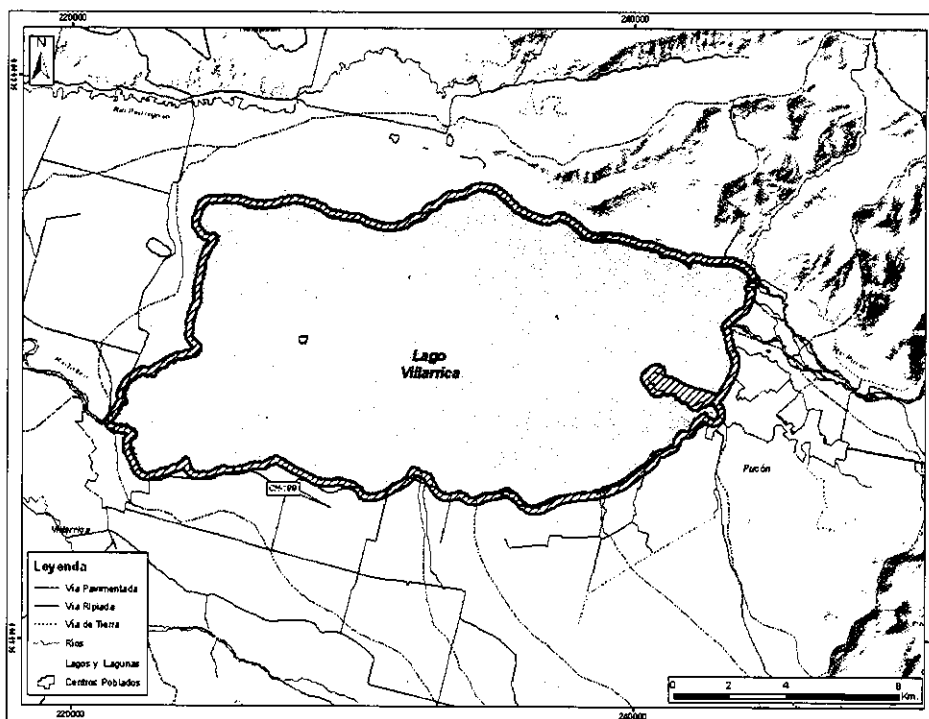


Tabla 21. Coeficiente de Buffer para diferentes coberturas de suelo.

| Usos de suelo en la zona ripariana | Coefficiente de Buffer de la zona ripariana |
|------------------------------------|---|
| Bosque de protección | 0,8 |
| Bosque de producción | 0,6 |
| Pradera | 0,1 |
| Suelo agrícola | 0 |
| Pantano | 0,6 |
| Sin vegetación | 0 |

Fuente: (Nalman 2005; Wetzel 2001; Sharpley 2005)

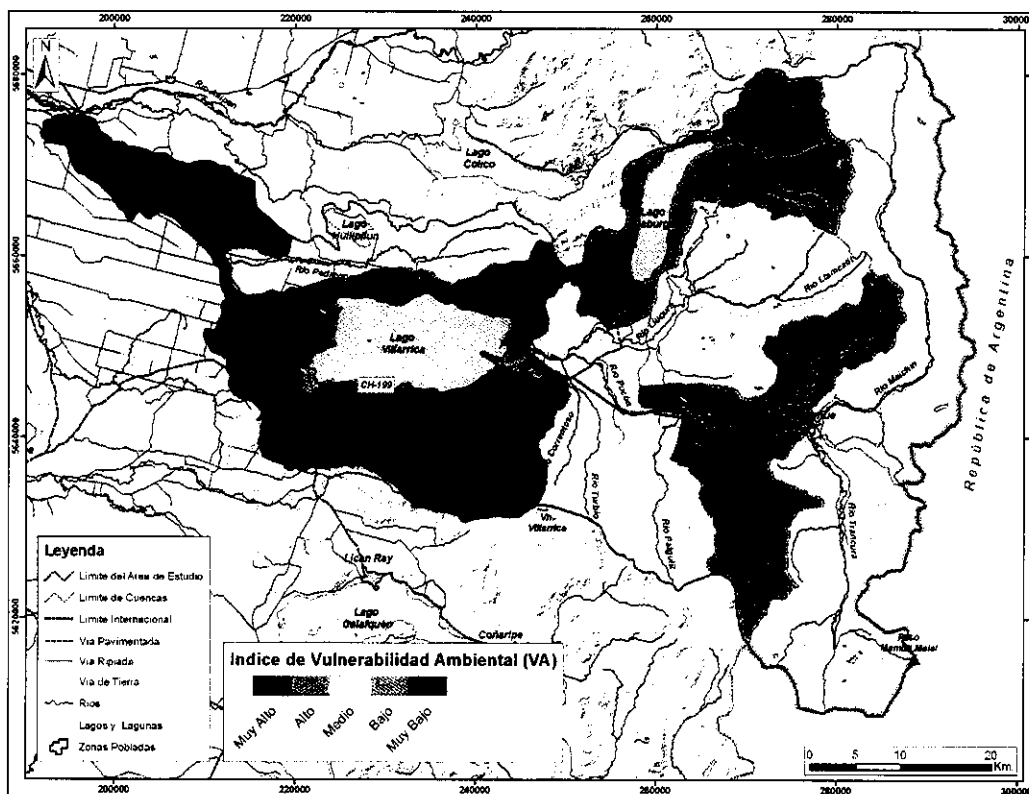
Figura 22. Zona Buffers del Lago Villarrica



Fuente: Applus, 2009, Buffer de 200 metros.



Figura 24. Índice de Vulnerabilidad Ambiental



Fuente: Applus, 2009

5.2.3 Índice de Aporte Económico (IAE)

En esta sección se muestra el aporte económico por tramo, incluyendo todos los sectores económicos analizados. Los resultados para el índice de aporte económico se muestran en la Tabla 22.

La Figura 25 muestra la densidad de uso de cada sector económico, lo cual fue calculado sobre la base de la fórmula para los sectores con fuentes puntuales (usos/km de río) y sobre la base de los usos asociados a fuentes difusas (Ganadería, Turismo, Silvicultura y Agricultura), donde se calculó en [área uso/área subcuenca]. Una vez obtenidas las densidades por sector, estas se multiplicaron por el aporte económico de cada sector (Tabla 22).



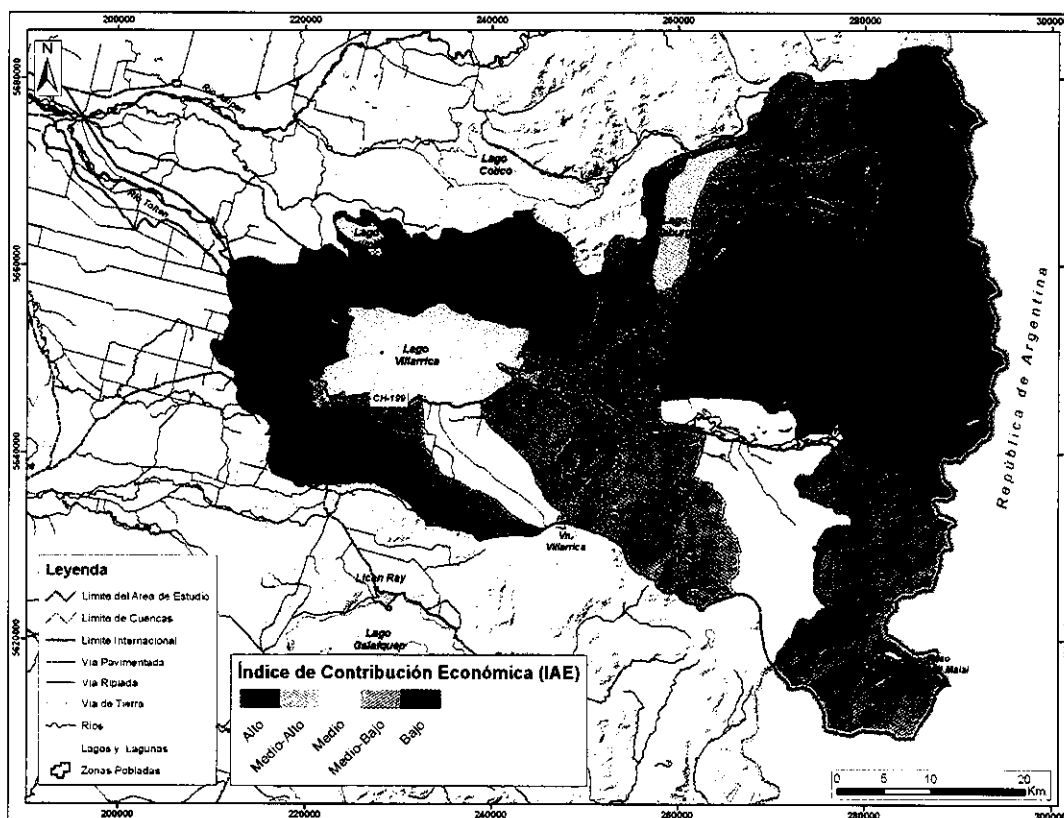
Tabla 22. Índice de contribución económica en la cuenca a nivel regional

| Sector Productivo | PIB | Crecimiento PIB | Exportaciones | IAE | Estandarizado |
|--------------------------|------|-----------------|---------------|------|---------------|
| Turismo (1) | 0,09 | 0,07 | - | 0,16 | 1,4 |
| Construcción | 0,10 | 0,04 | - | 0,14 | 1,1 |
| Agropecuario y silvícola | 0,11 | 0,09 | 0,09 | 0,29 | 2,4 |
| Industria | 0,16 | 0,13 | 0,91 | 1,20 | 10 |

Fuente: Elaboración propia en base a información de Banco Central e INE Araucanía

(1) Se considera turismo como restaurante, comercio y hoteles que es la clasificación en el PIB

Figura 25. Índice de Contribución Económica



Fuente: Applus, 2009



5.2.4 Índice de Impacto Socio-Económico de la Norma (ISE)

El índice de impacto socio-económico (ISE) se elabora sobre la base de los 3 índices presentados y se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{ISE} = \text{ICA} * \text{VA} + \text{AE}$$

Según los resultados obtenidos, la actividad industrial representada por la piscicultura es el rubro que más aporta a la economía de la cuenca. Le siguen en orden decreciente el sector silvoagropecuario, la actividad turística y el sector construcción.

Teniendo como base las estimaciones realizadas por la Universidad Austral sobre la carga de nutrientes, se tiene que las actividades que llevan aparejadas un mayor impacto ambiental corresponden a los usos de suelo, en particular las praderas, bosques nativos y bosques renovales, todas las cuales aportan altas cantidades de nutrientes a la cuenca. En segundo lugar se sitúa la actividad industrial relacionada con la piscicultura, seguida por la planta de tratamiento de aguas servidas de Pucón. En último término aparece la actividad turística que se desarrolla en la ribera del Lago Villarrica.

En virtud de lo anterior, se estima que para toda la cuenca el impacto de la aplicación de la norma será positivo en mayor o menor grado. La norma brindará enormes beneficios en cuanto a la calidad del agua para actividades como el turismo y la ganadería. Sin embargo, su aplicación puede tener efectos negativos (costo) sobre la actividad industrial asociada a la piscicultura.



6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En función a los resultados obtenidos mediante el método MAE-AGIES es posible afirmar que el desarrollo de este indicador para la norma secundaria de la cuenca del Villarrica identifica que existen poca información disponible para completar el índice. Para hacer un análisis socioeconómico es necesario en primer lugar contar con información actualizada de la situación económica de la zona involucrada.

En el desarrollo del estudio se hace una aproximación a la variable económica a partir de la información disponible de empleo en las comunas asociadas a la cuenca, que es la mejor proxy disponible de los sectores económicos y actividades productivas de la cuenca. Sin embargo el método de escalamiento hacia abajo puede generar una subestimación de la participación de cada sector productivo, teniendo en cuenta además, que la información disponible es del censo 2002 y el crecimiento del sector turístico, por ejemplo, se produjo más adelante.

En base a la información indicador estimado, se puede afirmar que un sector afectado por la norma será el sector industrial. El sector construcción y turismo son los otros sectores con mayor impacto a la aplicación de la norma, no obstante que el sector turismo ha reducido su crecimiento en la cuenca en los últimos años según información oficial disponible.

La tasa de crecimiento del PIB de la cuenca del lago Villarrica para el período 2004-2006, muestra que varios sectores registraron caídas entre el año 2005 y 2006. Esto ocurre para los sectores de construcción, agropecuario silvícola y comercio, restaurantes y hoteles (estos tres últimos corresponden al turismo)

Tabla 23. Tasa de variación anual del PIB de la cuenca.

| Actividad | 2004 | 2005 | 2006 |
|---------------------------------------|--------|-------|--------|
| Agropecuario-silvícola | 7.0% | 13.7% | 5.3% |
| Pesca | -80.2% | -8.7% | 187.8% |
| Minería | -4.7% | 23.8% | -6.1% |
| Industria Manufacturera | 15.6% | 10.6% | 12.2% |
| Electricidad, Gas y Agua | 3.0% | 7.4% | 6.2% |
| Construcción | 1.3% | 9.9% | 1.3% |
| Comercio, Restaurantes y Hoteles | 11.9% | 6.2% | 3.9% |
| Transporte y Comunicaciones | 4.2% | 3.1% | 3.1% |
| Servicios Financieros y Empresariales | 6.3% | 8.7% | 8.3% |
| Propiedad de vivienda | 2.4% | 3.1% | 3.1% |
| Servicios Personales | 1.5% | 3.2% | 0.5% |
| Administración Pública | 2.0% | 4.4% | 1.4% |



Considerando la información disponible en el informe de la Universidad Austral se destaca que el mayor aporte de nutrientes proviene de la sub cuenca 1 y 2 que corresponden a los sectores de la comuna de Curarrehue y Pucón.

Tabla 24. Aporte de Nitrógeno (N) y Fósforo (P) al lago Villarrica

| Subcuenca mayor | Subcuenca menor | NH4 | NO3 | N total | P total |
|-----------------|-------------------|--------|--------|---------|---------|
| | | N | N | | |
| 1 | Maichin | 17% | 21% | 19% | 17% |
| | Trancura | 11% | 11% | 11% | 13% |
| 2 | Liucura | 11% | 12% | 12% | 11% |
| | Pangui | 4% | 4% | 4% | 4% |
| | Pucón | 9% | 9% | 9% | 10% |
| | Caburga | 12% | 12% | 12% | 12% |
| 3 | Palguín | 12% | 12% | 12% | 14% |
| | Quelhue | 2% | 1% | 1% | 2% |
| 4 | ribera norta | 3% | 4% | 3% | 2% |
| | Pucón el claro | 2% | 3% | 3% | 2% |
| 5 | Volcan villarrica | 1% | 2% | 2% | 1% |
| | Candelaria | 2% | 2% | 2% | 2% |
| | Molco | 1% | 2% | 2% | 2% |
| | Huncara | 2% | 3% | 3% | 2% |
| | Lago Villarrica | 8% | 2% | 4% | 5% |
| | Lago Caburga | 2% | 0% | 1% | 1% |
| | TOTAL | | 100% | 100% | 100% |
| TOTAL | | 157,98 | 495,95 | 900,74 | 320,88 |

En relación al uso de suelo asociado, el informe mencionado confirma que las principales fuentes de nitrógeno y fósforo son: praderas, bosques renovables y bosque nativo.

Tabla 25. Sector productivo y aporte de nutrientes

| Sector productivo | NH4 N | NO3 N | N total | P total |
|--------------------|-------|-------|---------|---------|
| Agrícola | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Agua | 11,1% | 2,2% | 5,5% | 6,1% |
| Bosque nativo | 30,7% | 14,8% | 20,7% | 31,6% |
| Matorral | 7,3% | 20,5% | 16,1% | 3,7% |
| Nieve | 0,7% | 0,2% | 1,4% | 3,7% |
| Plantaciones | 1,4% | 0,9% | 1,0% | 0,9% |
| Pradera | 18,4% | 43,5% | 34,6% | 16,8% |
| bosques renovables | 28,8% | 17,4% | 18,0% | 29,6% |
| Suelo desnudo | 1,4% | 0,5% | 2,8% | 7,5% |



En base a esta información, la evaluación de impacto socioeconómico por medio de una metodología de costo beneficio ACB requiere contar con la información necesaria para calcular el costo y beneficio asociado a este uso de suelo en la zonas. Acorde con información obtenida en terreno la zona norte del lago corresponde a parcela y fundos privados los que tienen praderas. Los bosques renovables, ubicados en la zona de Pucón hacia el norte y en Curarrehue.

Se ha distinguido en la literatura que hay una estrecha relación con el aumento de la eutrofización con el aumento de la población humana. Esto explicaría el incremento de la proporción de nutrientes en el lago proveniente de sus afluentes considerando el aumento en la población en la zona en particular durante la temporada estival.

Dentro de las fuentes difusas, cabe destacar las descargas de aguas servidas que son vertidas en forma directa a las aguas del lago o a sus afluentes. En este sentido, se hace indispensable la creación de un sistema de alcantarillado público que considere una planta de tratamiento para las aguas servidas en la subcuenca que encierra localidad de Curarrehue, las que hoy son descargadas directamente, en al menos 6 puntos del río Trancura, principal alimentador del Lago Villarrica. Cabe señalar también, que en la medida que la comuna de Curarrehue sea incorporada a la ruta turística de la zona, se podría agravar esta situación, producto del mayor número de personas que visiten la zona.

Según el censo 2002, la comuna de Curarrehue cuenta con 6784 habitantes, estimándose una proyección en el crecimiento de población que alcanzaría a 10.165 al año 2032, según un escenario tendencial previsto por el estudio del Plan Regulador Comunal de la Comuna (2007). Teniendo en cuenta estos antecedentes demográficos y considerando proyectos de sistemas de tratamiento de aguas servidas (SEIA) en contextos geográfico-ambiental parecido a Curarrehue, se puede establecer, a priori, el costo y el tipo de planta de tratamiento de agua que habitualmente construyen las empresas sanitarias que operan en la zona. (En estricto rigor, esto requeriría de estudios específicos de factibilidad sanitaria, de tramitación de concesiones, entre otras instancias)

Así por ejemplo, para la planta de aguas servidas de la localidad de Carahue ingresada al SEIA, se ha considerando un período de previsión de 10 años, estimándose una población saneada total al año 2015 de 11320 habitantes. Se estableció una alternativa de tratamiento para las descargas de aguas servidas correspondiente a un Tratamiento Primario con Desinfección, el que contempla el tratamiento la estabilización de lodos mediante cal. (Este mismo tipo de tratamiento cuentan las localidades de Curacautín y Collipulli) En cuanto al costo de la planta, Aguas Araucanía S.A. tiene presupuestado un monto de inversión de 1,4277 Millones de Dólares.

En este mismo sentido, cabe destacar la posibilidad de implementar un Tratamiento Secundario para el tratamiento de aguas servidas mediante sistemas biológicos, los cuales ofrecen una serie de ventaja respecto de las plantas químicas. En términos generales, estos procesos consisten en inducir el desarrollo de un cultivo bacteriano aerobio (cultivo en



suspensión), en un depósito aireado y agitado, alimentando por el residuo a purificar. En la localidad de Lonquimay, donde se ha proyectado un período de previsión de 10 años, estimándose una población saneada total al año 2015 de 4.007 habitantes, la implementación de este sistema tiene un coste de 1,2540 Millones de Dólares (Aguas Araucanía S.A.)

Otro sistema alternativo del tipo biológico ha sido impulsado por la Fundación para la Transferencia Tecnológica de la Universidad de Chile. Según esta fundación, el proceso logra reducir los siguientes parámetros: 95% de la DBO, 93% de los Sólidos Suspendidos Volátiles; 96% de los Sólidos Volátiles; 70% del Nitrógeno; 70% del Fósforo; 99,9% de Coliformes fecales. Las principales ventajas de este tipo de Plantas Biológicas son: No genera Lodos, estos son transformados en humus; No utiliza reactivos químicos que dañen el medio ambiente (cloro, ozono); Posee bajos costos de operación e inversión en obras civiles; Produce biomasa y fertilizantes naturales útiles para la agricultura; Permite la reutilización del agua tratada para procesos industriales y/o riego, ya que cumple holgadamente las normas ambientales vigentes para agua de riego.

Por otra parte, se hace necesario evaluar ampliar el área operacional de la empresa sanitaria de la región, a fin que logren dar cobertura total a las zonas de expansión urbana en las ciudades de Pucón y Villarrica. (El costo asociado a esta situación requiere de la elaboración de estudios de factibilidad sanitaria, por lo que resulta muy difícil estimar su costo) Hechos públicos y notorios son: (1) que en la faja que una ambas ciudades, en el borde sur del lago, se ha generado un aumento considerable de la construcción de infraestructura turística y residencial (primera y segunda vivienda), las que mayormente estarían descargando sus aguas servidas en sistemas de alcantarillado particular, que –en la medida que exista una mayor saturación por el aumento de población- afecta, infiltrando las aguas del lago; situación que podría revertirse a partir de un ampliación de esta área y de la infraestructura sanitaria. Lo mismo para dar cobertura a sectores de expansión urbana en la ciudad de Pucón (la planta elevadora que atendería a unas villas poblacionales nuevas no sería suficiente); y (2) Han existido episodios en el período estival de 2008, en que desperfectos en el sistema de alcantarillado que Aguas Araucanía ofrece a la ciudad de Villarrica, afectaron al lago al descargar directamente las aguas servidas en éste.³¹

En última instancia, cabe mencionar los efectos que el cambio climático podría llegar a generar en la zona. Acorde con información obtenida en terreno, el nivel de los afluentes es el más bajo alcanzado a la fecha, lo que indicaría que no ha habido precipitaciones en el nivel y frecuencia que había antes. Para la parte sur de Chile se estima un aumento de la temperatura con la consiguiente caída en el nivel de precipitaciones, lo que implicará en un futuro que disminuya la cantidad de agua que cae en el lago y que por tanto baje su caudal y se concentre mayor nivel de químicos y sedimentación en las aguas del lago, acelerando el proceso de eutrofización de este importante cuerpo de agua.

³¹ <http://grossman077.spaces.live.com/blog/cns!6B0E01EA54CB0A98!684.entry>



7.1 Las Comunidades Locales y los Usos del Agua

Tal como se ha señalado previamente, en el presente documento se ha optado por adoptar un enfoque realista y recomendar el uso de las instancias institucionales vigentes, tales como las normas, los planes de descontaminación y el SEIA, más que optar por recomendar la generación de un comité de gestión de la cuenca basado en la colaboración de sus principales usuarios, puesto que la experiencia práctica muestra que eso es poco realista.

Si bien, puede que la calidad de aguas puede que esté algo rezagada respecto a otros temas debido a la importancia estratégica del agua y a lo complejas que son las relaciones causa - efecto, es importante visualizar una línea de trabajo basada en la cooperación como una importante fuente de soluciones para los problemas prácticos de los habitantes de la cuenca.

Al respecto quizás una estrategia válida sea la de reconocer que existe un problema en torno a la calidad, que es insoluble y que independiente de cuales sean las causas de los problemas particulares, los actores de la cuenca deben unirse para ir generando soluciones prácticas para permitir que los comunidades locales puedan seguir habitando el territorio de la cuenca. Esto es especialmente relevante desde el momento en que se ha llegado a la conclusión que los instrumentos de gestión de la calidad del agua no podrán por si solos lograr una solución práctica a los problemas de todos los habitantes en los plazos que se requiere.

7.2 Planes de Descontaminación

Durante las entrevistas realizadas durante el estudio y producto de la revisión bibliográfica se ha detectado que el caso del río Loa reviste un importante desafío, por cuanto, se trata de un caso de aportes difusos, donde no será fácil modelar el comportamiento de la cuenca de manera de establecer relaciones causa - efecto.

En otras palabras, se trata de una cuenca en la que hay un importante grado de incertidumbre al nivel que podría denominarse como una incertidumbre estructural.

Si a futuro se produce la superación de los parámetros establecidos en la Norma secundaria, se enfrentará un contexto particularmente difícil para diseñar un plan de descontaminación por ésta incertidumbre estructural.

Hay dos momentos en los que es preciso dar cuenta de una incertidumbre estructural en la formulación de un plan de descontaminación que tenga por objeto el control de una contaminación de origen difuso. El primero de ellos es la decisión sobre cual es el valor de



representación de la realidad que se supone a la información disponible sobre el objeto sustantivo del plan, que es la contaminación difusa de aguas superficiales de origen antrópico. En primer lugar, se debe realizar un diagnóstico de cuan importante es el nivel de incertidumbre sobre las relaciones causa efecto.

La pregunta que hay que responder, y que tiene varias respuestas alternativas, es cuán concluyente puede ser el diagnóstico que se realice sobre el problema de la contaminación de aguas con los datos disponibles. Esto es muy importante, porque de un diagnóstico que concluya por ejemplo, que es muy difícil determinar relaciones causa efecto se derivará una respuesta distinta de la que derivará de otro que concluya que es factible determinarlas.

Es decir, hay que tomar una decisión, sobre el nivel de profundidad y prioridad que se considera se puede dar al plan, dado que los datos y el diagnóstico probablemente no se podrán considerar “estrictamente concluyentes”.

Asimismo, las conclusiones posibles son suposiciones débiles y de carácter esencialmente tentativo. La información de este tipo puede ser útil a menudo como un sistema de vigilancia que permita detectar indicios cuando estos se manifiestan de manera más fuerte y adoptar, en ese momento, medidas destinadas a un reconocimiento más profundo y preciso, que permitan avanzar hacia un diagnóstico más concluyente.

En definitiva, la incertidumbre no debe constituir un impedimento para la acción pública, sino que debe asumirse como parte del problema a gestionar.

La adopción de un modelo cualitativos puede utilizarse como base de conocimiento para la formulación de políticas, lo cual puede permitir gestionar de forma proactiva la incertidumbre inherente al problema y que de otra manera tiende a paralizar el proceso de gestión ambiental cuando se trata hacer basado en una perspectiva analítica determinista.

En las condiciones de incertidumbre en que deberá desarrollarse la política de control de la contaminación de la cuenca del Villarrica, su perfil estará determinado, en definitiva, por la capacidad o voluntad de asumir riesgos, puesto que habrá que asumir costos de medidas de eficacia no exactamente conocida.

Si se considera que con el nivel actual de conocimiento del tema, que el problema de la contaminación del Villarrica es grave y que el riesgo de no adoptar medidas es mayor que el derivado de su adopción, se asumirá un plan de alto perfil, pudiéndose llegar a considerar ésta como de carácter prioritario. Sin embargo, otra estrategia posible, más conservadora,



podría ser la de definir una programa marco que se limitase a dar la cobertura inicial necesaria para el desarrollo de acciones posteriores, las cuales se adoptarían a medida que los escenarios que justifiquen su aplicación se fueran volviendo más ciertos. El riesgo de ésta opción es el de que la certeza sobre la existencia de un problema llegue cuando el daño ya sea difícil, imposible o costoso de revertir.

Los distintos perfiles posibles de las vías de acción pueden ir desde lo más proactivo o lo reactivo, esto es, según prevalezca el criterio de minimizar el riesgo de contaminación hídrica o el de no asumir costos innecesarios o desproporcionados en la aplicación de medidas o estrategias específicas.

Es posible caracterizar los riesgos asociados a la elección de un perfil de política, en particular en la matriz que se presenta a continuación:

Tabla 26. Matriz de riesgos asociados a las alternativas de perfil de actuación

| | Problemas Ambientales Graves | Problemas Ambientales Medianamente Graves | Problemas Ambientales Insignificantes |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| Actuación de alto perfil | Actuación óptima | uso ineficiente recursos | uso altamente ineficiente de recursos |
| Actuación de perfil intermedio | Perdidas ambientales | Actuación óptima | uso ineficiente recursos |
| Actuación de bajo perfil | Pérdidas ambientales | Graves pérdidas | Actuación óptima |

Fuente: ECONART Consultores

La matriz hace evidentes los riesgos que implica optar por una u otra opción de perfil en el contexto de incertidumbre en que se enmarca la decisión. Tal riesgo oscila entre el riesgo de un alto costo de recursos económicos públicos y privados y el riesgo de pérdidas ambientales.



7.3 Información Necesaria

En el desarrollo de este informe se pudo constatar, al igual que AGIES del Baker realizado por la Universidad de Chile, que la existencia y disponibilidad de información a un nivel apropiado es un componente clave para el desarrollo de cualquier AGIES.

En tal sentido, una evaluación óptima de la norma, independiente del método que se utilice, requiere que la información base (económica, ambiental, física, etc.), se encuentre a escalas que puedan ser homologadas entre las diferentes componentes, lo cual permita realizar análisis a nivel de cuencas hidrográficas.

Sin embargo, durante la recopilación de información de algunas variables, en especial la económica, la ausencia de información a este nivel es evidente, encontrándose normalmente información levantada según las divisiones político-administrativa y en base a las ciudades más pobladas, lo cual va en desmedro de las cuencas conformadas por comunas como las que conforman el área de Influencia del Lago Villarrica.

De acuerdo a lo anterior, y al igual que la Universidad de Chile, se recomienda que el levantamiento de nueva información se realice a nivel de cuenca, o el desarrollo de metodologías de escalamiento o transformación de datos desde las escalas tradicionales de levantamiento de información (región, provincia, comuna) a la escala de cuenca hidrográfica.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Baecheler J. y Perez C. Modelación de calida de aguas del lago Villarica y aproximación al problema hidrodinámico. (<http://www.unesco.org.uy/phi/libros/VIIJornadas/A8.pdf>)
- Banco Central. Estadísticas de PIB regional, varios años
- Butkus, S y Villalobos, S. (2004), "Modelación de la respuesta del lago Villarrica ante aportes de fósforo" (<http://www.lagovillarrica.com/dv/Papers/Butkus%20&%20Villalobos%202004.pdf>)
- David W. Litke (1999), Review of Phosphorus Control Measures in the United States and Their Effects on Water Quality.
- De Groot, R.S., V. Tassone (2006), « Valuing and managing watershed services». Chapter 2 In: Smith, M., de Groot, D., and Bergkamp, G.. PAY - Establishing payments for watershed services. IUCN, Gland, Switzerland (available at www.iucn.org)
- Delgado LE y Marín VH (2005). FES-sistemas: un concepto para la incorporación de las sociedades humanas en el análisis medioambiental en Chile. Ambiente y Desarrollo de CIPMA (Chile) 21: 18-22.
- Gómez-Baggethen, E. & R. de Groot (2007), "Capital natural y funciones de los ecosistemas: Explorando las bases ecológicas de la economía", En Ecosistemas 16(3):4-14, septiembre (www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=496)
- INE Araucanía. Estadísticas sobre exportaciones y empleo, varios años
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN (2006). Smith, M., de Groot, D., Perrot-Maitre, D and Bergkamp Ed. (<http://www.iucn.org/themes/wani/documents/pay.pdf>)
- Oyarzún, Carlos, Laura Nahuelhual y Daisy Núñez. "Los servicios ecosistémicos del bosque templado lluvioso: Producción de agua y su valorización económica". En REVISTA AMBIENTE Y DESARROLLO de CIPMA. Revista Ambiente y Desarrollo 20(3) - 21(1) : 88-95, Santiago de Chile, 2004-2005.
- Santibáñez, F. y Uribe, J. M. (1993), Atlas Agroclimático de Chile: Regiones sexta, Séptima, Octava y Novena. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. MinisteRío de Agricultura, Fondo de Investigación Agropecuaria. Corporación Nacional de Fomento. Santiago. Chile. pp. 99.
- Salas H, y Martino P. (1996) Marco conceptual de eutrofización presentado en Curso de Eutrofización en lagos cálidos tropicales.
- SERNATUR. Estadísticas de alojamiento turístico según comuna, varios años.
- Yarrow, M, A. Tironi, A. Ramírez and Victor H. Marín (2008), "An Applied Assessment Model to Evaluate the Socioeconomic Impact of Water Quality Regulations in Chile". Water Resources Management, Volume 22, Number 11 / noviembre de 2008. Springer Netherlands. 1531-1543.



ANEXOS



ANEXO 1



9. ANEXOS

9.1 Anexo 1. Definición de la cuenca del Lago Villarrica

Una primera aproximación para definir la cuenca del Lago Villarrica se basó en el trabajo realizado por la Secretaría de Planificación de la Región de la Araucanía (SERPLAC IX Región), en el marco de la construcción de su sistema de información geográfico SIG. En esta instancia, la cuenca del lago Villarrica la conformaban siete subcuencas que abarcaban una superficie total de más de 289 km², según se aprecia en la figura 1.

Figura 1. Determinación de la cuenca y subcuencas del Lago Villarrica – SIG



Fuente: SERPLAC IX Región.

No obstante esta definición preliminar de la cuenca del Lago, en un reciente estudio de la Universidad Austral de Chile³² se rediseñó su extensión a partir de un modelo de elevación digital (DEM) producido mediante curvas de nivel y cotas de altitud.

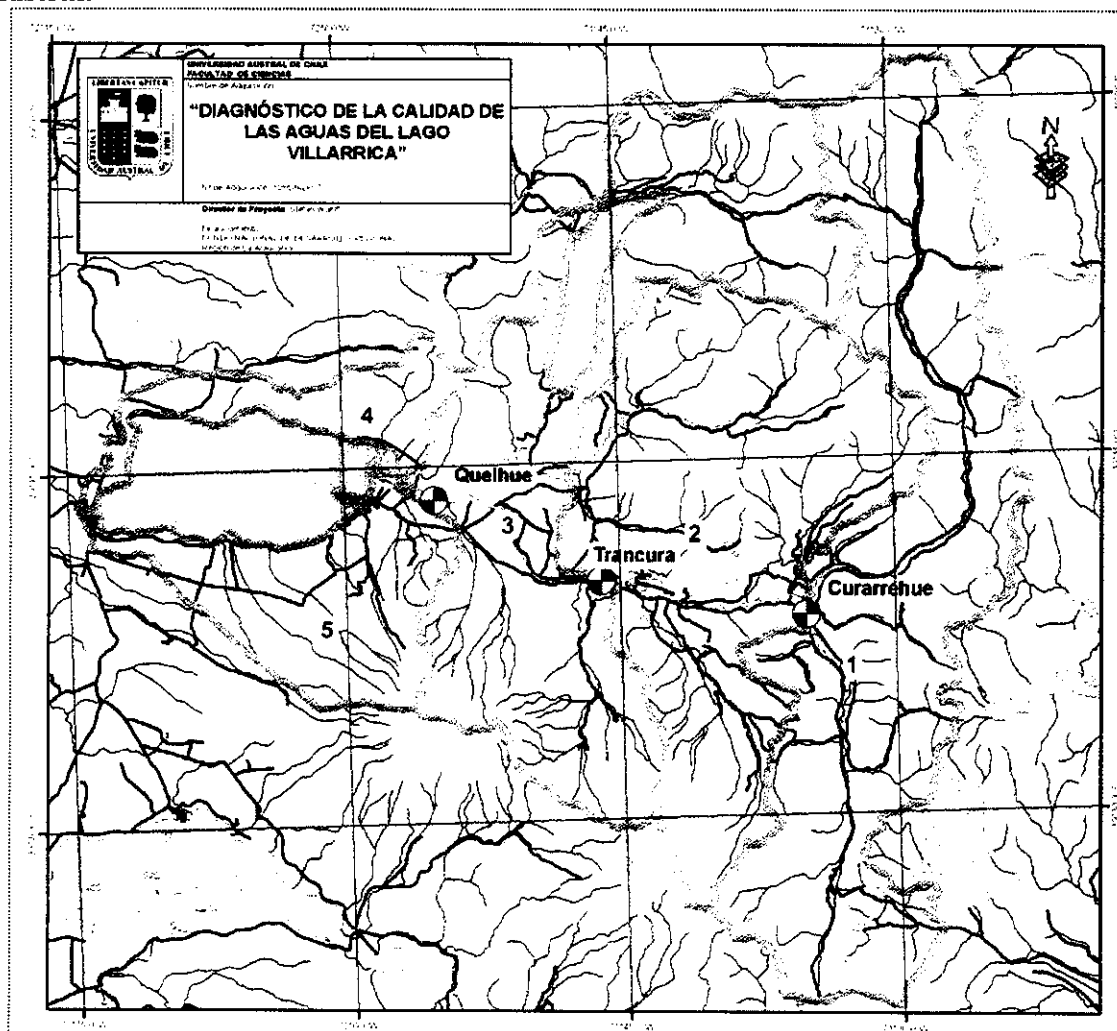
De este proceso se obtuvo que la cuenca hidrográfica del Lago Villarrica posee una superficie total de 293.138,4 ha, con un total de 16 zonas que se han organizado en 5 subcuencas mayores, 14 subcuencas menores y dos lagos: el Villarrica y el Caburga. Esta situación se

³² Universidad Austral de Chile (2008), "Diagnóstico de las Calidad de Las Aguas del Lago Villarrica: Tercer Informe Parcial".



encuentra representada en la figura 2 y en la tabla 1, donde se exponen los detalles de las superficies para cada subcuencas mayores y menores.

Figura 2. Determinación de cuencas y subcuencas del Lago Villarrica – Universidad Austral.



Fuente: Universidad Austral de Chile (2009).



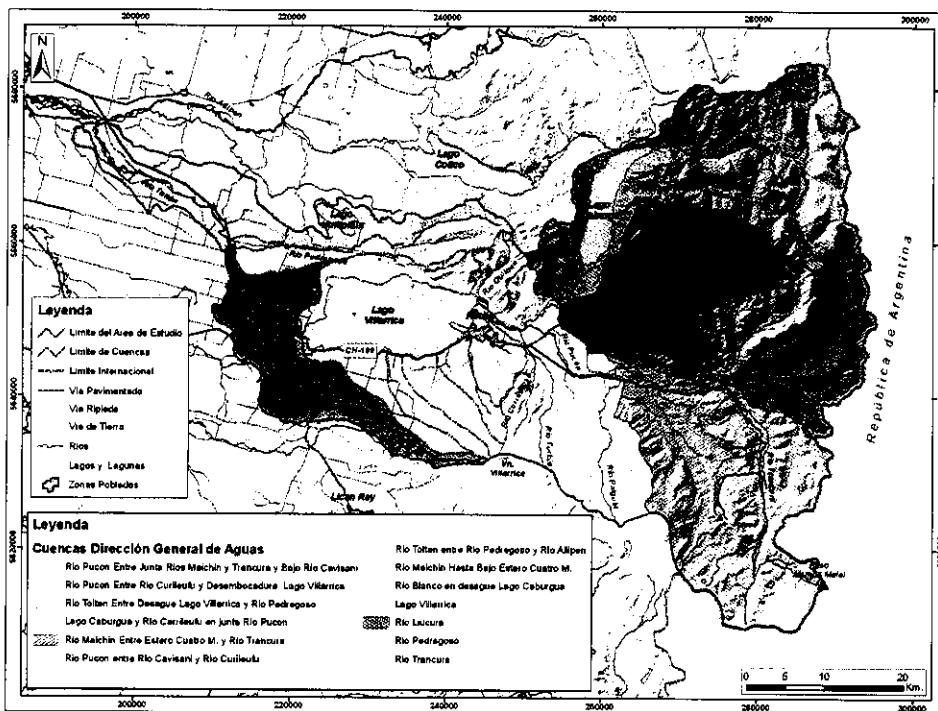
Tabla 1. Cuenca hidrográfica del Lago Villarrica, según superficie de subcuencas mayores y menores, Universidad Austral de Chile.

| Subcuenca Mayor | Subcuenca Menor | Nombre | Superficie (ha) |
|-----------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | 2 | Trancura | 85.119,39 |
| | 1 | Maichin | |
| 2 | 6 | Pucón 1 | 73.568,4 |
| | 5 | Panguin | |
| | 4 | Liucura | |
| 3 | 3 | Caburga | 73.564,96 |
| | 7 | Palguin - Menetue | |
| 4 | 8 | Quelhue | 12.493,28 |
| | 10 | Ribera norte Lago Villarrica | |
| 5 | 14 | Huincacara | 25.830,68 |
| | 9 | Pucón – El Claro | |
| | 11 | Volcán Villarrica | |
| | 12 | Candelaria – Los Chilcos | |
| | 13 | Molco | |

Fuente: Universidad Austral de Chile (2009).

Otra referencia empleada en la definición de las cuencas hidrográficas del Lago Villarrica ha sido la proveniente de la Dirección General de Aguas, fuente en la cual se diferenciaron las cuencas que muestra la figura 3 y la Tabla 2.

Figura 3. Cuencas según la Dirección General de Aguas.



Fuente: Dirección General de Aguas



Tabla 2. Cuenca hidrográfica del Lago Villarrica, según superficie. Dirección General de Aguas

| Cuenca | Sub-Cuenca | Sub-subcuencas | Código DGA | Área (Km ²) |
|-----------------------------|---|---|------------|-------------------------|
| Toltén (Código DGA: 094) | Lago Pucón (Código DGA: 0941) | Río Maichin Hasta Bajo Estero Cuatro M. | 09410 | 251,92 |
| | | Río Blanco en desague Lago Caburgua | 09415 | 183,41 |
| | | Lago Caburgua y Río Carrileufu en junta Río Pucon | 09417 | 194,85 |
| | | Río Liucura | 09416 | 363,83 |
| | | Río Maichin Entre Estero Cuatro M. y Río Trancura | 09411 | 237,44 |
| | | Río Pucon Entre Junta Rios Maichin y Trancura y Bajo Río Cavisani | 09413 | 374,05 |
| | | Río Pucón Entre Río Curileufu y Desembocadura Lago Villarrica | 09418 | 174,93 |
| | | Río Pucon entre Río Cavisani y Río Curileufu | 09414 | 240,87 |
| | | Río Trancura | 09412 | 360,79 |
| | Lago Villarrica y Toltén Alto (Código DGA: 0942) | Río Toltén entre Río Pedregoso y Río Allipen | 09423 | 176,91 |
| | | Río Pedregoso | 09422 | 191,17 |
| | | Río Toltén Entre Desagüe Lago Villarrica y Río Pedregoso | 09421 | 269,62 |
| | | Lago Villarrica | 09420 | 497,33 |
| | Superficie Total 3517,12 | | | |

Sobre la base de antecedentes expuestos (SERPLAC IX Región, Universidad Austral de Chile y DGA) y la consideración realizada por la contraparte técnica (DGA) relativa a incorporar parte de tramo superior del río Toltén hasta la confluencia con el río Allipén, en el entendido que la aplicación de la norma afectaría positivamente las actividades dentro de esta subcuenca, fue posible definir la cuenca del Lago Villarrica presentada en el informe en la figura 3. En este proceso también se acordó incluir el Lago Caburga cuya cuenca es un subsistema del Lago Villarrica, influyendo por ende en la implementación de la NSCA



ANEXO 2



9.2 Anexo 2. Funciones y Servicios ambientales de las Cuencas Hidrográficas

A. FUNCIONES, BIENES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

| Funciones | Componentes y procesos de los ecosistemas | Ejemplos de bienes y servicios ecosistémicos |
|---|---|--|
| Funciones de Regulación | | |
| 1. Regulación atmosférica | Mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos (equilibrio CO ₂ /O ₂ , capa de ozono, etc.) | Protección del ozono frente a los rayos UVA y prevención de enfermedades Mantenimiento de la calidad del aire Influencia en el clima |
| 2. Regulación climática | Influencia sobre el clima ejercida por cobertura de suelo y procesos biológicos (ej.: producción de dimetilsulfato) | Mantenimiento de un clima adecuado (temperatura, precipitaciones) para la salud, agricultura, etc. |
| 3. Amortiguación de perturbaciones | Influencias de las estructuras ecológicas en la amortiguación de perturbaciones naturales | Protección frente a tormentas (Ej. arrecifes de coral) o inundaciones (Ej. bosques y marismas) |
| 4. Regulación hídrica | Papel de la cobertura del suelo en la regulación de la escorrentía mediante las cuencas de drenaje | Drenaje e irrigación natural |
| 5. Disponibilidad hídrica | Percolación, filtrado y retención de agua dulce (Ej. acuíferos) | Disponibilidad de agua para usos consuntivos (bebida, riesgo, industria) |
| 6. Sujeción del suelo | Papel de las raíces de la vegetación y fauna edáfica en la retención del suelo | Mantenimiento de zonas roturadas Prevención de la erosión Control de balance sedimentario |
| 7. Formación del suelo | Meteorización de la roca madre y acumulación de materia orgánica | Mantenimiento de la productividad de los cultivos |



| | | |
|------------------------------------|---|---|
| | | Mantenimiento de la productividad natural de los suelos |
| 8. Regulación de nutrientes | Papel de la biodiversidad en el almacenamiento y reciclado de nutrientes (Ej. N, P y S) | Mantenimiento de la salud del suelo y de los ecosistemas productivo |

| Funciones | Componentes y procesos de los ecosistemas | Ejemplos de bienes y servicios ecosistémicos |
|---------------------------------|---|---|
| 9. Procesado de residuos | Papel de la vegetación y la fauna en la eliminación y procesado de nutrientes y contaminantes orgánicos | Detoxificación y control de contaminación Filtrado de aerosoles (calidad del aire) Atenuación contaminación acústica |
| 10. Polinización | Papel de la fauna en la dispersión de los gametos florales | Polinización de especies silvestres Polinización de cultivos y plantaciones |
| 11. Control biológico | Control de poblaciones mediante relaciones tróficas dinámicas | Control de plagas, plagas y enfermedades Reducción de la herbivoría (control de daños a cultivos) |
| 12. Función de refugio | Provisión de espacios habitables a la fauna y flora silvestre | Mantenimiento de la biodiversidad (y por tanto de la base de la mayor parte de las funciones restantes) Mantenimiento de especies de explotación comercial |
| 13. Criadero | Hábitats adecuados para la reproducción | |
| 14. Comida | Conversión de energía solar en animales y plantas comestibles | Caza, recolección, pesca Acuicultura y agricultura de subsistencia y pequeña escala |



| | | |
|----------------------------------|--|--|
| 15. Materias primas | Conversión de energía solar en biomasa para construcción y otros usos | Material para construcción y manufactura Combustible y energía Fertilizantes naturales |
| 16. Recursos genéticos | Material genético y evolución en animales y plantas silvestres | Mejora de los cultivos frente a pestes y agentes patógenos Otras aplicaciones (Ej. salud) |
| 17. Recursos medicinales | Sustancias biogeoquímicas | Medicinas y otras drogas Modelo y herramientas químicas |
| 18. Elementos decorativos | Especies y ecosistemas con usos decorativos potenciales | Materias para artesanía, joyería, adoración, decoración, pieles, etc. |
| | | |
| 19. Información estética | Oportunidades para el desarrollo cognitivo, características estéticas e los paisajes | Disfrute paisajístico |
| 20. Función recreativa | Variedad de paisajes con uso recreativo potencial | Ecoturismo |

| Funciones | Componentes y procesos de los ecosistemas | Ejemplos de bienes y servicios ecosistémicos |
|----------------------------------|---|---|
| 21. Procesado de residuos | Variedad de característica naturales con valor artístico | Expresión de la naturaleza en libros, películas, cuadros, folclore, arquitectura |
| 22. Polinización | Variedad de característica naturales con valor espiritual e histórico | Uso de la naturaleza con fines históricos o culturales (herencia cultural y memoria acumulada en los ecosistemas) |
| 23. Control biológico | Variedad de característica naturales con valor científico y educativo | Naturaleza como lugar para la educación ambiental |



| | | Usos con otros fines educativos |
|-----------------------------------|---|---|
| Funciones de Sustrato | | |
| 24. Vivienda | Provisión de sustrato adecuado para el desarrollo de actividades e infraestructura humana Dependiendo del uso específico del suelo, se requerirán distintas cualidades ambientales (por ejemplo, estabilidad del suelo, fertilidad, clima, etc.) | Espacio para vivir, ya sea en pequeños asentamientos o en ciudades |
| 25. Agricultura | | Comida y materias primas provenientes de cultivos agrícolas y acuícolas |
| 26. Conversión energética | | Energías renovables como la eólica, solar o hidráulica |
| 27. Minería | | Minerales, petróleo, metales preciosos |
| 28. Vertedero | | Vertedero de residuos sólidos |
| 29. Transporte | | Transporte por agua y tierra |
| 30. Facilidades turísticas | | Actividades turísticas (turismos de playa, deporte al aire libre, etc.) |

Fuente: E. Gómez-Baggethun, R. de Groot (2007).



**B. FUNCIONES Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS PRINCIPALES
RELACIONADOS
CON UNA CUENCA HIDROGRÁFICA TÍPICA**



Fuente: Mark Smith *et al* (2006)

Donde:

1. Bosque, control de sedimentación para irrigación
2. Servicios de recreación y prácticas deportivas: nadar, pescar, acampar. Almacenamiento de agua
3. Estación hidroeléctrica

11. Regulación de la cuenca
12. Refugio de vida silvestre
13. Canal a bajo nivel para irrigación



-
- | | |
|--|--|
| 4. Abastecimiento municipal de agua | 14. Irrigación por gravedad |
| 5. Planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad e industriales | 15. Surcos de contorno |
| 6. Bomba para uniformar el embalse para irrigación | 16. Irrigación por aspersión |
| 7. Presa y lago de desviación | 17. Planta de tratamiento de agua para la comunidad |
| 8. Canal a alto nivel para irrigación | 18. Navegación: serie de barcazas, esclusas |
| 9. Diques de control de inundaciones | 19. Embalse para regular esclusas |
| 10. Control de erosión: presas para corrientes, terrazas y restauración de humedales | 20. Estanque para cultivo con piscicultura de contorno |



ANEXO 3



9.3 Anexo 3. Proyectos Ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental

| Nombre | Tipo | Titular | Inversión (mmu\$) | Fecha presentación | Estado |
|--|------|---|-------------------|--------------------|-----------------|
| COMUNA DE CURARREHUE | | | | | |
| Declaración de Impacto Ambiental Plan regulador de Curarrehue PRC Curarrehue (e-seia) | DIA | Ilustre Municipalidad de Curarrehue | 0.0000 | 7-Dic-2007 | Aprobado |
| Piscicultura Reproductores Curarrehue, IX Región (e-seia) | DIA | Pesquera Los Fiordos Limitada. | 4.6000 | 31-Jul-2006 | Aprobado |
| Modificación Piscicultura Curarrehue, IX Región Piscicultura Curarrehue (e-seia) | DIA | Pesquera Los Fiordos Limitada. | 3.0000 | 1-Feb-2006 | Aprobado |
| Piscicultura Curarrehue (e-seia) | DIA | Jorge Camilo Quezada Hormann | 1.5000 | 21-Ene-2005 | Aprobado |
| investigación, desarrollo e innovación, para el cultivo industrial del arctic charr (salvelinus alpinus), en piscicultura catripulli, proyecto fondof d06 i 1028 investigación, desarrollo e innovación, para el cultivo | DIA | QUETRO S.A. | 1.3000 | 29-Oct-2008 | Aprobado |
| Piscicultura Catripulli (e-seia) | DIA | Thomas Michael Poulos Ganly | 0.4723 | 15-Feb-2006 | Aprobado |
| Proyecto Piscicultura Carén | DIA | River Salmon S.A. | 0.0000 | 6-Nov-2001 | Aprobado |
| Complejo Fronterizo Puesco | EIA | Gobierno Regional IX Región de la Araucanía | 1,460 | 27-06-2000 | Aprobado |
| Conservación Ruta 199-CH, Sector Puesco - Paso Mamuil-Malal, KM 144.800 al KM 153.800. Región de la Araucanía | DIA | MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS | 44,831 | 16-12-2008 | Aprobado |
| COMUNA DE PUCON | | | | | |
| Proyecto Turístico "Health Farm Pucón" (e-seia) | DIA | BELCOUTE S.A. | 20.0000 | 3-Jun-2009 | En Calificación |
| Construcción Camino Variante Internacional, Ruta 199CH, Comuna de Pucón, IX Región de la Araucanía (e-seia) | DIA | MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS | 1.7394 | 28-Jul-2008 | Aprobado |
| Edificio Costa Pucón (e-seia) | DIA | Inmobiliaria Costa Pucón Ltda. | 1.5300 | 7-Dic-2005 | Aprobado |
| Subestación de Poder 66/23 K V Pucón (Modificación Línea de Transmisión 66 K/V, Tramo Volcán) (e-seia) | DIA | CGE Transmisión S.A. | 0.9750 | 3-May-2005 | Aprobado |



| Nombre | Tipo | Titular | Inversión (mmu\$) | Fecha presentación | Estado |
|---|------|---|-------------------|--------------------|-----------------|
| Parque Cementerio Pucón (e-seia) | DIA | Alexandra Marie Boza Carbonell | 1.0000 | 10-Ago-2004 | Aprobado |
| ACTUALIZACIÓN PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL VILLARRICA PUCÓN (e-seia) | DIA | Ministerio de Vivienda U Urbanismo Ix Region | 0.0000 | 5-Ago-2004 | Aprobado |
| SUBESTACIÓN DE PODER 66/23 kV PUCÓN (e-seia) | DIA | CGE Transmisión S.A. | 1.4844 | 4-Nov-2003 | Aprobado |
| Plan Regulador Intercomunal Villarrica - Pucón | DIA | Ministerio de Vivienda U Urbanismo Ix Region | 0.0000 | 16-Jul-2002 | Aprobado |
| Club de Golf Los Alamos Pucón | EIA | Agrícola Forestal El Rocío Ltda. | 140.3700 | 3-Ene-2001 | Aprobado |
| Estación de Servicios El Claro Pucón | DIA | Elba Torres Saavedra | 0.3800 | 3-Nov-1998 | Aprobado |
| Construcción Planta de Tratamiento y Disposición de Aguas Servidas de Pucón | DIA | Empresa de Servicios Sanitarios de la Araucanía, ESSAR S.A. | 5.9700 | 22-May-1998 | Aprobado |
| Tratamiento de las Aguas Servidas de la Ciudad de Pucón | EIA | Empresa de Servicios Sanitarios de la Araucanía, ESSAR S.A. | 2.0000 | 23-Feb-1996 | Aprobado |
| PISCICULTURA PALGUÍN (e-seia) | DIA | SOCIEDAD AGRICOLA TERRATUR LTDA | 0.4500 | 7-Dic-2007 | En Calificación |
| Regularización Piscicultura La Cascada (e-seia) | DIA | Ignacio José Ochagavía Fuentes | 2.0000 | 5-Dic-2007 | Aprobado |
| Condominio Ecológico Quellhue | DIA | Inversiones Pucón Ltda. | 0,270 | 16-06-1998 | Aprobado |
| Condominio Trancura | DIA | Inmobiliaria Cerro Chico | 0,530 | 02-01-1998 | Aprobado |
| Jardín del Claro Etapa 7° 8° y 9° | DIA | Inmobiliaria Ainoha Ltda. | 1,720 | 24-11-2000 | Aprobado |
| Loteo Jardines del Claro II | DIA | Constructora Bayona S.A. | 0,430 | 17-06-1999 | Aprobado |
| Loteo Parque Residencial Río Quellhue | DIA | Agrícola Raileo S.A. | 0,180 | 19-03-1999 | Aprobado |
| Resort y Cabañas La Dolce vita | DIA | Constructora e Inversiones ELPA Ltda | 0,480 | 21-11-2002 | Aprobado |
| Ampliación Piscicultura Los Chilcos con Recirculación de Agua (e-seia) | DIA | Sociedad Fundo La Cascada Cía. Ltda. | 2.5000 | 18-Ene-2005 | Aprobado |
| Modificación Declaración de Impacto ambiental de la resolución exenta | DIA | Victor Hugo Arcaya Abarzúa | 0,100 | 20-08-2007 | En |



| Nombre | Tipo | Titular | Inversión (mmu\$) | Fecha presentación | Estado |
|---|------|---|-------------------|--------------------|--------------|
| 0107, Modificación Piscicultura Víctor Hugo Arcaya (e-seia) | | | | | Calificación |
| Piscicultura El Turbio | DIA | Sin Informacion | 0.0000 | 5-Mar-2002 | Aprobado |
| Piscicultura Víctor Hugo Arcaya (e-seia) | DIA | Victor Hugo Arcaya Abarzua | 0,142 | 27-06-2003 | Aprobado |
| Instalación Domiciliaria de Alcantarillado Particular Condominio Amulafquen | DIA | inmobiliaria Lomas de San Andrés Ltda. | 0,330 | 02-12-1997 | Aprobado |
| MARINA DEPORTIVA AGRÍCOLA QUELHUE S.A (e-seia) | DIA | Cristian Barahona Flores | 0,220 | 06-12-2005 | Aprobado |
| Parque Santuario La Poza (e-seia) | DIA | Ilustre Municipalidad de Pucón | 0,250 | 08-02-2007 | Aprobado |
| Piscicultura Caburgua II Aquachile S.A. | DIA | AQUACHILE S.A. | 0.3300 | 29-Jun-2000 | Aprobado |
| Piscicultura Carileufú | DIA | Enrique Castillo Colihueque | 0,020 | 04-02-2008 | Aprobado |
| COMUNA DE VILLARRICA | | | | | |
| MEJORAMIENTO RUTA S - 69, SECTOR PEDREGOSO - VILLARRICA (e-seia) | DIA | MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS | 7.0165 | 24-Sep-2007 | Aprobado |
| Construcción Parque Urbano Ribera Lago Villarrica, Comuna de Villarrica (e-seia) | DIA | Municipalidad de Villarrica | 4.6856 | 22-Jun-2007 | Aprobado |
| Modificación PRC Villarrica (e-seia) | DIA | Municipalidad de Villarrica | 0.0000 | 22-May-2007 | Aprobado |
| “Construcción Puente Rodrigo de Bastidas, Comuna de Villarrica” (e-seia) | DIA | MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS | 4.0600 | 1-Jun-2006 | Aprobado |
| Sistema de Tratamiento de Aguas Servidas Localidad Villarrica | EIA | Aguas Araucanía S.A | 3.3900 | 18-May-2006 | Aprobado |
| “CONSTRUCCIÓN AVENIDA COSTANERA DE VILLARRICA, COMUNA DE VILLARRICA - IX REGION” (e-seia) | DIA | MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS | 3.8700 | 16-May-2006 | Aprobado |
| Proyecto Parque Villarrica (e-seia) | DIA | Sociedad Agrícola Los Canales | 6.0000 | 1-Jul-2005 | Aprobado |
| ACTUALIZACION PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL VILLARRICA PUCON (e-seia) | DIA | MINISTERIO DE VIVIENDA U URBANISMO IX REGION | 0.0000 | 5-Ago-2004 | Aprobado |
| Sistema de Tratamiento de las Aguas Servidas de Villarrica (e-seia) | DIA | EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DE LA ARAUCANIA S.A. | 3.3600 | 24-Jun-2004 | Aprobado |
| Colegio Alemán de Villarrica | DIA | Sociedad Germana de Educación, Cultura y Beneficencia Lago Villarrica | 0.8000 | 7-Oct-2002 | Aprobado |



| Nombre | Tipo | Titular | Inversión (mmu\$) | Fecha presentación | Estado |
|---|------|--|-------------------|--------------------|----------|
| Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Villarrica Park Lake Hotel | DIA | | 0.1700 | 9-Sep-2002 | Aprobado |
| Manejo y Pretratamiento de Residuos Sólidos Domésticos Villarrica Park Lake Hotel | DIA | | 0.0000 | 9-Sep-2002 | Aprobado |
| Plan Regulador Intercomunal Villarrica - Pucón | DIA | MINISTERIO DE VIVIENDA U URBANISMO IX REGION | 0.0000 | 16-Jul-2002 | Aprobado |
| Modificación de Plan Regulador Comunal Villarrica | DIA | | 0.0000 | 10-Oct-2001 | Aprobado |
| Planta de Hormigones Premezclados Planta Villarrica | DIA | Sociedad Pétreos S.A. | 0.2300 | 3-Ene-2001 | Aprobado |
| Modificación al Plan Regulador Comunal de Villarrica en Zona Coyahue | DIA | I. Municipalidad de Villarrica | 0.0000 | 15-Feb-1999 | Aprobado |
| Solicitud Cambio de uso de suelo para la construcción de parques en Villarrica | DIA | Atuan Burgos | 0.0000 | 1-Jul-1998 | Aprobado |
| Estación de Servicios YPF Villarrica | DIA | Petroleos Transandinos SA. | 0.0200 | 18-Jun-1998 | Aprobado |
| Relleno Sanitario Comuna de Villarrica | EIA | Constructora Villarrica Ltda. | 0.5400 | 6-Abr-1998 | Aprobado |
| Regularización Piscicultura Chehuilco (e-seia) | DIA | Sociedad Comercial Agrícola y Forestal Nalcahue Limitada | 1.5000 | 8-Ago-2008 | Aprobado |
| Regularización Piscicultura Huincacara (e-seia) | DIA | Sociedad Comercial Agrícola y Forestal Huincacara Ltda. | 2.5000 | 1-Oct-2007 | Aprobado |
| Piscicultura Loncostraro (e-seia) | DIA | GERMAN RIBBA ALVAREZ | 3.0000 | 15-Oct-2004 | Aprobado |
| Piscicultura Sector Chesque Alto | DIA | Sofonías Carlos Arias Ferreira | 0.0000 | 6-May-2002 | Aprobado |
| Instalación Piscicultura Quilentue IX Región | DIA | GENTEC S.A. | 0.3500 | 18-Ene-2001 | Aprobado |
| Instalación Piscicultura Molco | DIA | Bernardo Díaz Clement | 16.0000 | 11-Dic-2000 | Aprobado |
| Piscicultura Los Chilcos | DIA | Sin Informacion | 0.0000 | 23-Oct-2001 | Aprobado |
| Terminal de Buses Urbanos Línea 3 | DIA | Empresa de Taxibuses RJR Ltda. | 0,130 | 18-11-2002 | Aprobado |
| Construcción 220 Viviendas Progresivas de la Localidad de Nancul | DIA | Patricio Leddy Fuentes | 0,750 | 17-02-2000 | Aprobado |
| Loteo y Urbanización Vivienda Progresiva Calafquén | DIA | Comité Habitacional Calafquén de Lican Ray | 0,030 | 21-10-1997 | Aprobado |
| Urbanización y Construcción Hijuela Pucará | DIA | Cordero Cuevas | 0,0 | 30-06-1999 | Aprobado |
| Modificación Proyecto Restaurant a Discoteca | DIA | San, Martín San, Martín | 0,0 | 14-03-2001 | Aprobado |



Dirección General de Aguas
Ministerio de Obras Públicas

Applus[®]
Medioambiente

| Nombre | Tipo | Titular | Inversión (mmu\$) | Fecha presentación | Estado |
|---|------|---|-------------------|--------------------|----------|
| Hostería y Centro de Capacitación Afunalhue | DIA | Wevering Weidermann | 0,0 | 20-01-1998 | Aprobado |
| Muelle Paseo del Lago | DIA | Sin Información | 0,0 | 13-12-2001 | Aprobado |
| Modificación Plan Regulador de la Localidad de Licán Ray Zona Z-5 y Z-3E | DIA | I. Municipalidad de Villarrica | 0,0 | 17-04-2001 | Aprobado |
| Modificación PRC Villarrica (e-seia) | DIA | I. Municipalidad de Villarrica | 0,0 | 22-05-2007 | Aprobado |
| Modificación a sistema de recirculación de Piscicultura Molco | DIA | Salmones Multiexport Ltda. | 1,870 | 30-06-2006 | Aprobado |
| Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Condominio Inmobiliario Turístico Collahuasi del Lago | DIA | Inmobiliaria Turística Collahuasi del Lago S.A. | 0,060 | 14-09-2000 | Aprobado |
| Planta de Tratamiento Industrial (e-seia) | DIA | Constructora Villarrica Limitada | 0,470 | 18-10-2005 | Aprobado |

Fuente: www.seia.cl, 2009.

001105



ANEXO 4

Normas Generales

PODER EJECUTIVO

Ministerio de Relaciones Exteriores

SUBSECRETARÍA DE RELACIONES EXTERIORES

LLAMA A CONCURSO DE ANTECEDENTES Y OPOSICIÓN PARA PROVEER CARGOS DE LA PLANTA DE SERVICIO EXTERIOR

(Resolución)

Núm. 2.345 exenta.- Santiago, 26 de noviembre de 2009.- Vistos: La ley N° 18.575, artículos 20, 45 y 46; el DFL N° 29 de 2004 del Ministerio de Hacienda; los DFL N°s. 161 de 1978 y 33 de 1979, del Ministerio de Relaciones Exteriores; la resolución N° 1.600 de 2008 de la Contraloría General de la República, dicto la siguiente,

Resolución:

1. Llámese a Concurso de Antecedentes y Oposición destinado a proveer en calidad de Titulares 09 (nueve) cargos de Tercer Secretario de 2ª Clase, 7ª Categoría Exterior, grado 16º de la E.U.S., de la Planta de Servicio Exterior, Planta B del Ministerio de Relaciones Exteriores.

2. Requisitos:

Para ingresar a la Planta de Servicio Exterior del Ministerio de Relaciones Exteriores, se requiere cumplir satisfactoriamente las siguientes exigencias:

- Cumplir con los requisitos establecidos en el DFL N° 29 de 2004 del Ministerio de Hacienda, Estatuto Administrativo, y en el artículo 12 del DFL N° 33, Estatuto del Personal del Ministerio de Relaciones Exteriores, los que fueron exigidos para el ingreso a la Academia Diplomática "Andrés Bello".
- Haber aprobado el Curso de Formación de la Academia Diplomática de Chile "Andrés Bello" conforme a lo dispuesto en el artículo N° 34 del DS N° 463 de 2001, de Relaciones Exteriores.

3. Recepción de Antecedentes:

Los antecedentes serán recibidos en la Dirección de Recursos Humanos, Teatinos N° 180, 6º piso, hasta el 14 de diciembre del año 2009.

4. Resolución del Concurso:

Los resultados del concurso serán dados a conocer el día 21 de diciembre del año 2009. Para estos efectos, la Academia Diplomática publicará una lista con los nombres de los postulantes aceptados, simultáneamente con una notificación escrita al domicilio de cada seleccionado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.- Por orden del Subsecretario.- Gonzalo Arenas Valverde, Embajador, Director General Administrativo.

Ministerio de Agricultura

SUBSECRETARÍA DE AGRICULTURA

Servicio Agrícola y Ganadero

Dirección Nacional

DEROGA RESOLUCIÓN N° 1.990, DE 2004, QUE DECLARA EL CONTROL OBLIGATORIO DE LA PLAGA *ABUTILON THEOPHRASTI* EN LOS LUGARES QUE INDICA

(Resolución)

Núm. 7.311 exenta.- Santiago, 24 de noviembre de 2009.- Vistos: La ley N° 18.755, Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero; el decreto ley N° 3.557 de 1980 sobre Protección Agrícola; las resoluciones del Servicio Agrícola y Ganadero N°s 3.080 de 2003, 3.139 de 2003, 1.990 de 2004 y sus modificaciones.

Considerando:

- Que el Servicio Agrícola y Ganadero es la autoridad oficial encargada de velar por el patrimonio fitosanitario del país.
- Que por resolución N° 1.990 de 2004 se estableció el control obligatorio de la maleza *Abutilon theophrasti* en los lugares que indica.
- Que las actividades de vigilancia y control fitosanitario ejecutadas por el Servicio han permitido comprobar que la maleza se ha distribuido a otros lugares, sin haberse determinado pérdidas económicas atribuibles a la presencia de esta maleza.

Resuelvo:

Derógase la resolución N° 1.990 de 2004 que declara el control obligatorio de la plaga *Abutilon theophrasti* en los lugares que indica.

Anótese, comuníquese y publíquese.- Víctor Venegas Venegas, Director Nacional.

Ministerio Secretaría General de la Presidencia

SUBSECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA

Comisión Nacional del Medio Ambiente

ANTEPROYECTO DE NORMAS SECUNDARIAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS AGUAS CONTINENTALES SUPERFICIALES DEL LAGO VILLARRICA

(Extracto)

Por resolución N° 6.977 del 16 de noviembre de 2009, del Director Ejecutivo (S) de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, se aprobó el anteproyecto mencionado y se ordenó someterlo a consulta.

Dentro del plazo de 60 días, contados desde la presente publicación cualquier persona podrá formular observaciones al presente anteproyecto. Dichas observaciones deberán ser presentadas, por escrito, en la Comisión Regional del Medio Ambiente correspondiente al domicilio del interesado.

El texto completo del presente anteproyecto puede ser consultado en la página web de CONAMA: www.conama.cl

Dicha resolución ordena publicarlo en extracto, que es del tenor siguiente:

| | |
|----------------------------------|---|
| Objetivo de Protección Ambiental | Proteger la calidad de las aguas continentales superficiales del lago Villarrica definiendo niveles de calidad en base a su estado trófico. |
| Ámbito Territorial de Aplicación | Lago Villarrica de la Región de La Araucanía, en toda su extensión. |
| Vigencia | Entrarán en vigencia el día en que se publique en el Diario Oficial, el Decreto Supremo que las establezca. |
| Fiscalizadores | Dirección General de Aguas y Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante. |
| Informe de Calidad | La Comisión Nacional del Medio Ambiente, coordinará a la Dirección General de Aguas y a la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante, en la elaboración de un Informe de Calidad destinado a divulgar el cumplimiento de las presentes normas secundarias de calidad de las aguas del lago Villarrica. Este cumplimiento deberá verificarse para cada parámetro, en cada una de las áreas de vigilancia indicadas en el art. 4 del anteproyecto, y de acuerdo al Programa de Vigilancia. |
| Programa de Vigilancia | Control vía programa de vigilancia, aprobado por resolución conjunta de DGA y DIRECTEMAR, en coordinación con CONAMA. Será de conocimiento público y en él se indicarán, a lo menos, los parámetros que se monitorizarán, las estaciones de monitoreo de calidad de aguas, las frecuencias mínimas de monitoreo, las responsabilidades y las metodologías analíticas seleccionadas para cada parámetro a monitorear. |
| Fundamentos | Las normas secundarias de calidad serán un instrumento fundamental en el ejercicio de las atribuciones de fiscalización de los Organismos Públicos Regionales con competencia ambiental. Existen diversas causas de origen antrópico que pueden afectar directa o indirectamente la calidad de las aguas del lago Villarrica, y por consiguiente su estado trófico. Entre ellas se destaca la infiltración de aguas servidas desde los sistemas de tratamiento individuales de las viviendas construidas en la orilla sur del lago, el aumento de la población durante el verano, el aporte de nutrientes por la escorrentía superficial proveniente desde la cuenca y los usos del suelo y las pisciculturas, entre otros. Los principales antecedentes técnicos utilizados para el desarrollo de este Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad fueron: la Guía CONAMA para el establecimiento de las Normas Secundarias de Calidad Ambiental para las Aguas Continentales Superficiales y Marinas; Operación Parcial de la Red Mínima de Control de Lagos; el Estudio de los Lagos Villarrica y Llanquihue de la Dirección General de Aguas; el Estudio, Diagnóstico y Clasificación de Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad de la Dirección General de Aguas; datos de calidad del agua del Programa de Observación Ambiental Litoral entre los años 1993 y 2004 de la Dirección General de Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR); datos de calidad del agua de la Red Mínima de Control de Lagos entre los años 1992 y 2005 de la Dirección General de Aguas; estudios complementarios desarrollados para CONAMA por el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA); el estudio de Diagnóstico de la Calidad de las Aguas del Lago Villarrica y todos los antecedentes regionales obtenidos por el Comité Operativo y Ampliado. Las normas secundarias de calidad, que aquí se establecen, se construyeron sobre la base de la calidad actual considerando el objetivo de mantener un determinado estado trófico del lago, el cual correspondería al de oligotrofia para la zona pelagial y al de |

oligomesotrofia en el caso de la zona litoral del lago. Para efectos de lo anterior, por balance estimado y medido, se ha determinado que al lago están llegando una cantidad importante de nutrientes y sedimentos por sobre su carga crítica, especialmente en Fósforo y Nitrógeno lo que provoca que esté pasando del estado de oligotrofia al de oligo-mesotrofia. Este hecho sugiere disminuir los aportes desde la cuenca de Fósforo y Nitrógeno, debido al rol fundamental que cumple de este ecosistema en el desarrollo de la cuenca.

| | |
|------------|--|
| LIT - Sur | Zona Litoral: siguiendo el veril de 25 metros hacia la orilla del lago en todo su entorno desde el punto (E 757909, S 5646952) hasta el punto (E 742008, S 5647546). |
| LIT - Poza | Zona Litoral-Poza: siguiendo el veril 25 m hacia la orilla del lago, comprendiendo sólo el sector de la bahía La Poza. |

(*) Coordenadas: Universal Transversal de Mercator, Datum WGS84, Huso 18.

ÁREAS DE VIGILANCIA

| ÁREA DE VIGILANCIA | UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN (*) |
|--------------------|---|
| PEL | Zona pelagial: siguiendo el veril de 25 metros hacia el centro del lago. Corresponde a todo el cuerpo de agua pelágico cuyo límite horizontal está definido por la línea del veril 25 metros y cuyo límite vertical comprende desde la superficie hasta la profundidad máxima del lago. |
| LIT - Pucón | Zona Litoral: siguiendo el veril de 25 metros hacia la orilla del lago en todo su entorno desde el punto (E 761276, S 5649846) hasta el punto (E 757909, S 5646952). |
| LIT - Norte | Zona Litoral: siguiendo el veril de 25 metros hacia la orilla del lago en todo su entorno desde el punto (E 739887, S 5650931) hasta el punto (E 761276, S 5649846). |
| LIT - Villarrica | Zona Litoral: siguiendo el veril de 25 metros hacia la orilla del lago en todo su entorno desde el punto (E 742008, S 5647546) hasta el punto (E 739887, S 5650931). |

NIVELES DE CALIDAD AMBIENTAL POR ÁREAS DE VIGILANCIA
Lago Villarrica

| | | ÁREA DE VIGILANCIA | | | | | | |
|------------------------|--------|--------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | UNIDAD | CRITERIO | PEL | LIT-Poza | LIT-Pucón | LIT-Norte | LIT-Villarrica | LIT-Sur |
| Trofia descada | | | Oligo-trófico | Oligomeso-trófico | Oligomeso-trófico | Oligomeso-trófico | Oligomeso-trófico | Oligomeso-trófico |
| Transparencia (Secchi) | M | Promedio anual | ≥ 9 | ≥ 7 | ≥ 7 | ≥ 7 | ≥ 7 | ≥ 7 |
| | | Mínimo | ≥ 5 | ≥ 4 | ≥ 4 | ≥ 4 | ≥ 4 | ≥ 4 |
| P disuelto | mg P/l | Promedio anual | ≤ 0,010 | ≤ 0,015 | ≤ 0,015 | ≤ 0,015 | ≤ 0,015 | ≤ 0,015 |
| | | Máximo | ≤ 0,015 | ≤ 0,025 | ≤ 0,025 | ≤ 0,025 | ≤ 0,025 | ≤ 0,025 |
| P total | mg P/l | Promedio anual | ≤ 0,010 | ≤ 0,015 | ≤ 0,015 | ≤ 0,015 | ≤ 0,015 | ≤ 0,015 |
| | | Máximo | ≤ 0,015 | ≤ 0,025 | ≤ 0,025 | ≤ 0,025 | ≤ 0,025 | ≤ 0,025 |
| Saturación Oxígeno | % | Mínimo | ≥ 80 | ≥ 70 | ≥ 70 | ≥ 70 | ≥ 70 | ≥ 70 |
| N disuelto* | mg N/l | Promedio anual | < 0,10 | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 |
| | | Máximo | ≤ 0,15 | ≤ 0,30 | ≤ 0,30 | ≤ 0,30 | ≤ 0,30 | ≤ 0,30 |
| N total | mg N/l | Promedio anual | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 | ≤ 0,15 |
| | | Máximo | ≤ 0,20 | ≤ 0,30 | ≤ 0,30 | ≤ 0,30 | ≤ 0,30 | ≤ 0,30 |
| Clorofila "a" | µg/l | Promedio anual | ≤ 3 | ≤ 5 | ≤ 5 | ≤ 5 | ≤ 5 | ≤ 5 |
| | | Máximo | ≤ 6 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≤ 10 |

Nota
* es la suma de N-nitrato, N-nitrito y N-amonio.

OTRAS ENTIDADES

Banco Central de Chile

TIPOS DE CAMBIO Y PARIDADES DE MONEDAS EXTRANJERAS PARA EFECTOS DEL NÚMERO 6 DEL CAPÍTULO I DEL COMPENDIO DE NORMAS DE CAMBIOS INTERNACIONALES Y CAPÍTULO II.B.3. DEL COMPENDIO DE NORMAS FINANCIERAS AL 1 DE DICIEMBRE DE 2009

| Tipo de Cambio \$ Paridad Respecto (Nº6 del C.N.C.I.) | US\$ |
|---|-----------------|
| DOLAR EE.UU. * | 494,82 1,000000 |
| DOLAR CANADA | 469,02 1,055000 |
| DOLAR AUSTRALIA | 452,39 1,093800 |
| DOLAR NEOZELANDES | 353,24 1,400800 |
| LIBRA ESTERLINA | 812,38 0,609100 |
| YEN JAPONES | 5,74 86,250000 |
| FRANCO SUIZO | 492,85 1,004000 |
| CORONA DANESA | 99,79 4,958700 |
| CORONA NORUEGA | 86,98 5,688700 |
| CORONA SUECA | 70,81 6,988300 |
| YUAN | 72,48 6,827100 |
| EURO | 742,53 0,666400 |
| DEG | 796,75 0,621049 |

* Tipo de cambio que rige para efectos del Capítulo II.B.3. Sistemas de reajustabilidad autorizados por el Banco Central de Chile (Acuerdo Nº05-07-900105) del Compendio de Normas Financieras.

Santiago, 30 de noviembre de 2009.- Miguel Ángel Nacur Gazali, Ministro de Fe.

TIPO DE CAMBIO PARA EFECTOS DEL NÚMERO 7 DEL CAPÍTULO I DEL COMPENDIO DE NORMAS DE CAMBIOS INTERNACIONALES

El tipo de cambio "dólar acuerdo" a que se refiere el inciso primero del Nº7 del Capítulo I del Compendio de Normas de Cambios Internacionales fue de \$624,93 por dólar, moneda de los Estados Unidos de América, para el día 30 de noviembre de 2009.

Santiago, 30 de noviembre de 2009.- Miguel Ángel Nacur Gazali, Ministro de Fe.

ACUERDO ADOPTADO POR EL CONSEJO EN SU SESIÓN Nº 1511

Certifico que el Consejo del Banco Central de Chile, en su Sesión Ordinaria Nº 1511, celebrada el 26 de noviembre de 2009, adoptó el siguiente Acuerdo:

1511-03-091126 Modifica Anexo del Capítulo I del Compendio de Normas de Cambios Internacionales.

Se acordó modificar las fechas mencionadas en la letra a) del Anexo del Capítulo I del Compendio de Normas de Cambios Internacionales del Banco Central de Chile, quedando como sigue:

"a) El valor de la CRM antes indicado se corregirá, diariamente, en 0,008099% entre el 10 de enero de 2010 y el 9 de enero de 2011, ambas fechas incluidas.

Santiago, 26 de noviembre de 2009.- Miguel Ángel Nacur Gazali, Ministro de Fe.

CERTIFICADO

El Ministro de Fe de las actuaciones del Consejo y del Banco Central de Chile que suscribe, conforme lo dispone el Nº 6 del artículo 18 del Artículo Primero de la Ley Nº 18.840, certifica que se ha resuelto mantener la vigencia en los cargos tarifarios aplicables respecto de los participantes del Sistema LBTR durante el primer semestre del año 2010, modificando el numeral 2 del Título X del Reglamento Operativo del Sistema LBTR, contenido en el Capítulo III.H.4.1 del Compendio de Normas Financieras, sustituyendo su párrafo segundo por el siguiente:

Los cargos tarifarios señalados en el párrafo precedente estarán vigentes hasta el 30 de junio de 2010, inclusive.

Las modificaciones indicadas regirán a contar del 1 de enero de 2010.

Santiago, 27 de noviembre de 2009.- Miguel Ángel Nacur Gazali, Ministro de Fe.

Municipalidades

MUNICIPALIDAD DE PUENTE ALTO

MODIFICA PLAN REGULADOR COMUNAL

Núm. 1.837 exento.- Puente Alto, 29 de octubre de 2009.- Vistos: Las facultades que me confiere la Ley Nº18.695,

Orgánica Constitucional de Municipalidades; artículos 43, 44 y 45 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones; artículos 2.1.4; 2.1.10; 2.1.11 y 2.1.12 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Considerando:

- 1.- Que mediante decreto alcaldicio exento Nº 423 de fecha 3 de abril de 2003, se aprobó el Plan Regulador Comunal de Puente Alto;
- 2.- Que el explosivo crecimiento de la comuna de Puente Alto, hace necesario mantener el Plan Regulador Comunal, como instrumento de planificación en permanente revisión y estudio, a objeto de mantener su vigencia con la realidad actual.
- 3.- Que de conformidad a lo dispuesto en el artículo 2.1.14 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, el Plan Regulador Comunal será confeccionado, en calidad de función privativa, por la Municipalidad respectiva, y estará conformado por los documentos que en dicha disposición se consignan.
- 4.- Que mediante la Circular Ord. Nº0443, de fecha 3 de julio de 2009, de la División de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se establece el procedimiento mediante el cual los Municipios pueden detallar usos de suelos y normas urbanísticas a predios ubicados en zonas con uso de suelo industrial o de bodegaje exclusivos, cuando dichos predios presentan una superficie de hasta 5 hectáreas, y están emplazados en áreas consolidadas con usos de suelo distintos al industrial o bodegaje, esto es, áreas en las cuales existan edificaciones destinadas a usos distintos al de actividades productivas, tales como residencial, equipamiento y área verde".
- 5.- Que el proyecto denominado "Seccional 4 Oriente - Costanera" Plano 1 de 1, Escala 1/10000, de septiembre del 2009, elaborado por la Municipalidad de Puente Alto, fija el uso de suelo de H2 a los sectores 1 y 2 señalados en dicho instrumento y complementado con su Memoria Explicativa, lo que se ve justificado por las siguientes razones:

- a) Asimila de esta manera al definido como tal en su entorno inmediato por el Plan Regulador Comunal vigente;
- b) Ninguno de los predios contemplados en dicho Proyecto superan las cinco hectáreas de superficie;
- c) Con la aplicación de este procedimiento se dará un mayor desarrollo y empuje al sector, de modo tal que los residentes puedan hacer uso de subsidios de ampliación y mejoramiento de sus viviendas, así como la obtención de una patente comercial en ellos.