



**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

**INFORME TÉCNICO N° 4:
RESERVA DEL RÍO PETROHUÉ PARA LA
CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y EL
DESARROLLO LOCAL DE LA CUENCA**

REALIZADO POR:

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

S.D.T. N° 284

SANTIAGO, OCTUBRE DE 2009

**RESERVA DEL RÍO PETROHUÉ PARA LA
CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO
LOCAL DE LA CUENCA**



Miloslav Gardilic Molina

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO POR LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN, LA DIRECCIÓN REGIONAL DE LOS LAGOS, Y EL DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS, TODOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS, CON EL OBJETIVO DE PROPONER Y ANALIZAR TÉCNICAMENTE LOS PROCEDIMIENTOS Y MECANISMOS PARA LA APLICACIÓN DE LA NORMA DE RESERVA POR INTERÉS NACIONAL -ARTICULO 147 BIS INCISO 3º DEL CÓDIGO DE AGUAS- PARA LA CONSERVACIÓN AMBIENTAL Y EL DESARROLLO LOCAL DE LA CUENCA DEL RÍO PETROHUÉ, TERRITORIO EN QUE EL ESTADO DE CHILE HA DEFINIDO DISTINTOS INSTRUMENTOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.

COLABORÓ CON ESTE PROYECTO EL DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS.

DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

PEDRO RIVERA IZAM
ESTEFANÍA ROJAS LÍBANO
JULIO CORNEJO MORALES
ANDREA OSSES VARGAS
GUILLERMO TAPIA MOLINA
JOSÉ PEDRO MONTT MONCKEBERG

DIRECCIÓN REGIONAL DE AGUAS LOS LAGOS

LUIS MORENO RUBIO
MILOSLAV GARDILCIC MOLINA
KARIN VALVERDE GRAU
JORGE HERNÁNDEZ RIVERA
SEBASTIÁN PÉREZ MÉNDEZ

DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

XIMENA PAREDES YAÑEZ
JORGE ALARCÓN ROJAS

DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

SONIA MENA JARA
MARYSOL AZOCAR GUTIÉRREZ

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	SITUACIONES EXCEPCIONALES Y DE INTERÉS NACIONAL EN LA CUENCA DEL RÍO PETROHUÉ	4
2.1	ASPECTOS GENERALES: LA LEY DE AGUAS Y EL VALOR AMBIENTAL DE LOS RÍOS DE CHILE	4
2.2	VICENTE PÉREZ ROSALES: PRIMER PARQUE NACIONAL DE CHILE Y CON BOSQUE NATIVO EN EXCELENTE ESTADO DE CONSERVACIÓN	9
2.3	DESTINO TURÍSTICO FUERTEMENTE CONSOLIDADO	13
2.4	PLANTEAMIENTOS DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO REGIONAL DE LOS LAGOS.....	15
2.5	EL CAMBIO CLIMÁTICO: UN LLAMADO A VALORAR EL PATRIMONIO AMBIENTAL	16
2.6	RESERVA DE LA BIOSFERA POR LA UNESCO Y SITIOS PRIORITARIOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	16
3	ANÁLISIS DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS.....	19
4	HIDROLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO PETROHUÉ	24
4.1	ESTIMACIÓN DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES	24
4.1.1	INFORMACIÓN HIDROLÓGICA DISPONIBLE	24
4.1.2	DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE CAUDALES MENSUALES Y PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA.....	28
4.2	ANÁLISIS HIDROLÓGICO EN LOS PUNTOS DE LAS SOLICITUDES.....	31
5	ANÁLISIS DEL CAUDAL ECOLÓGICO Y LA NORMA DE LA RESERVA: SU APLICACIÓN PARA MANTENER EL RÍO	37
5.1	EL CAUDAL ECOLÓGICO: UNA MEDIDA POCO EFECTIVA PARA LA CONSERVACIÓN DEL RÍO	38
5.2	RESERVA DE CAUDAL PARA FINES DE INTERÉS NACIONAL.....	42
5.3	PROCEDIMIENTO TÉCNICO PARA DEFINIR CAUDAL DE RESERVA PARA CONSERVACIÓN AMBIENTAL. APLICACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO PETROHUÉ	44
6	DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES ECOLÓGICO, DE RESERVAS Y DISPONIBILIDAD PARA LAS SOLICITUDES UBICADAS EN LA CUENCA	48
6.1	CAUDAL ECOLÓGICO, DE RESERVA Y DISPONIBILIDAD EVENTUAL	48
6.2	DENEGACIÓN PARCIAL DE LAS SOLICITUDES DE DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN LA CUENCA DEL RÍO PETROHUÉ	52
7	REFERENCIAS.....	55

1 INTRODUCCIÓN

El Código de Aguas de 1981 diseñó la institucionalidad de las aguas en Chile, vigente prácticamente en los mismos términos hasta el día de hoy. En este cuerpo legal las atribuciones del Estado son muy reducidas, siendo su rol más importante la asignación de los derechos de aprovechamiento de aguas. Esta asignación se realiza sin distinción entre usos o usuarios; a perpetuidad; y con el carácter de un derecho real y por tanto, privado. Así, la asignación y uso de los recursos hídricos se entrega a un mercado de aguas, descuidando un rol esencial del Estado: garantizar el bienestar de la sociedad en su conjunto, debiendo actuar en aquellos ámbitos que el interés privado no es capaz de resolver.

Es así como se han otorgado derechos reales en prácticamente todas las aguas de los ríos desde la Región de La Araucanía hacia el norte, sin criterios ambientales, excepto lo referente al caudal ecológico en base a criterios hidrológicos y sólo en algunos ríos. Los derechos de aguas superficiales otorgados han generado una situación de agotamiento en la gran mayoría de los ríos en Chile.

En términos ambientales los ríos cumplen funciones esenciales para la preservación de los ecosistemas y de las relaciones territoriales. Son parte importante del paisaje y de la vida. Y es justamente por la belleza y riqueza natural, que el Estado de Chile ha entregado protección oficial a través de distintos instrumentos a vastas zonas del territorio nacional. Sin embargo, en algo tan esencial como la conservación de las aguas que valorizan y mantienen estas zonas, no se han establecido restricciones reales en cuanto al otorgamiento de los derechos de aguas. Siendo así, hoy en día constituyen casos excepcionales aquellos ríos que poseen alto valor ambiental por prestar servicios a zonas protegidas, y que no se encuentren mayoritariamente otorgados.

Esta y otras situaciones derivadas del modelo de asignación han motivado la creación del Comité Interministerial de Política Hídrica, mediante un instructivo presidencial de fecha 12 de Junio del 2009. Dicho Comité ha aprobado las bases para el rediseño de la política de aguas en Chile, destacando como elemento relevante el valor ambiental de nuestros ríos y la necesidad de mantener relaciones elementales asociadas al agua en el territorio. Es por esto que la Dirección General de Aguas (DGA) se encuentra

analizando y aplicando los instrumentos de los que dispone el Estado de Chile para satisfacer los planteamientos del Comité.

La legislación chilena resguarda la preservación de la calidad del agua a través de una serie de instrumentos: las normas de agua potable, riego, normas secundarias de calidad ambiental y el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Sin embargo, cuando se trata de resguardar la cantidad de agua para la conservación del medio ambiente, la legislación presenta desafíos en relación a resguardar la protección del patrimonio ambiental.

En efecto, la ley 20.017 que modificó el Código de Aguas el año 2005, incluyó formalmente el concepto del caudal ecológico en el artículo 129 bis 1, entendido como un caudal mínimo para preservar la naturaleza y proteger el medioambiente. Sin embargo, esto sólo es aplicable respecto de aquellas fuentes donde existan aguas disponibles sobre las cuales constituir derechos de aprovechamiento, es decir, tan sólo pocas fuentes en las regiones más australes del país. Además, el caudal ecológico está limitado a un valor máximo definido por la ley que corresponde al 20% del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial. La misma ley establece que para casos excepcionales, existe la atribución del Presidente de la República para definir caudales ecológicos distintos al recién señalado y con un valor máximo del 40% del caudal medio anual, lo que de todas formas significa, como se demuestra en este trabajo, una medida no efectiva para una conservación ambiental real.

También a través de la ley 20.017 se consignó una norma en la que se le da atribución al Presidente de la República para que, bajo ciertas condiciones, reserve recursos hídricos, lo que se establece en el Artículo 147 bis inciso 3° de dicha ley. Mediante este mecanismo es posible resguardar aquellos recursos hídricos relevantes para la conservación ambiental y el desarrollo local, en la medida en que dichas aguas no se hayan otorgado como derecho de aprovechamiento, y en que existan circunstancias excepcionales y de interés nacional que ameriten la reserva.

Una de las cuencas en que se dan estas condiciones es la del río Petrohué. En efecto, existe disponibilidad de agua ya que se encuentran otorgados pocos derechos de aprovechamiento, presenta condiciones ecológicas y ambientales particulares, con reducida intervención antrópica debido a que gran parte de ella pertenece al Parque Nacional Vicente Perez Rosales, con un importante foco turístico en torno al parque nacional y expectativas de desarrollo local.

En este informe se proponen criterios técnicos y se define la metodología para definir el caudal de reserva con fines de conservación ambiental y desarrollo local de la cuenca del río Petrohué, mediante la denegación parcial de solicitudes no consuntivas debido a circunstancias excepcionales y de interés nacional. En el Capítulo 2 se plantean todos los elementos que hacen excepcional a la Cuenca del río Petrohué, elementos que nutren el interés nacional tras el objetivo de conservación y desarrollo local, además de una discusión general acerca de la ley de aguas y el valor ambiental de los ríos de Chile y los aspectos que justifican el interés nacional para realizar una conservación ambiental en dicho río. Luego, en el Capítulo 3 se recopila la información de derechos de aprovechamiento en la cuenca.

Posteriormente, en el Capítulo 4 se realiza un análisis hidrológico del río Petrohué y en el Capítulo 5 se realiza un análisis de las posibilidades de aplicación de caudal ecológico y de reserva en dicha hoya hidrográfica. En el Capítulo 6 se definen para cada punto solicitado, el caudal ecológico, el de reserva y la disponibilidad para constituir derechos.

2 SITUACIONES EXCEPCIONALES Y DE INTERÉS NACIONAL EN LA CUENCA DEL RÍO PETROHUÉ

2.1 Aspectos generales: la ley de aguas y el valor ambiental de los ríos de Chile

Prácticamente la totalidad de la ley de aguas que está vigente hoy en Chile viene de los planteamientos del Código de Aguas de 1981. Éste señala que es el mercado el instrumento para la asignación del agua, la que a pesar de tratarse de un bien nacional de uso público se concede a los privados en términos de un permiso perpetuo para el uso. Entonces, los derechos de aprovechamiento se crean como bien totalmente privado, transferible, y perpetuo. Este enfoque no sólo es contrapuesto al marco que estableció tanto el Código de Aguas de Chile de 1951 como el de 1969, sino que además resulta singular y único a nivel mundial.

En efecto, los Códigos de 1951 y 1969 planteaban un marcado protagonismo del Estado en la asignación y administración del agua, reservando la asignación perpetua a los casos en que se podía demostrar una serie de aspectos asociados con la concesión y especificando prioridades dependiendo del uso. Desde una mayor prioridad a los usos sociales a una menor a los usos industriales.

El Código de Aguas de 1981, en cambio, reduce enormemente las atribuciones del Estado en esta materia, dejándole como rol más importante la asignación de los derechos de aprovechamiento de aguas, sin distinción entre usos o usuarios. Entonces dicho otorgamiento se realiza de acuerdo a la disponibilidad en las fuentes de agua y según la fecha en que se presentan las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas ante la DGA, independiente del uso que se pretenda dar a dichas aguas. Así, la asignación se deja finalmente entregada al mercado, descuidando el rol fundamental del Estado que es garantizar el bienestar de la sociedad en su conjunto, debiendo actuar en aquellos ámbitos donde el interés privado no es capaz de resolver.

Chile, dada sus características geográficas, tiene cuencas muy diversas, con características distintas asociadas principalmente a su latitud y altura, asociado al aislamiento que las caracteriza, lo que genera una enorme variedad de cuerpos de agua. Es así como observamos desde bofedales en el altiplano hasta grandes ríos patagónicos, donde se mantiene una diversidad biológica única, repleta de especies

endémicas y ecosistemas particulares, muchos de ellos sumamente frágiles. Es justamente en especies dulceacuícolas donde se presenta la mayor tasa de extinciones a nivel mundial y Chile no es la excepción. Es posible que varios de los ecosistemas vinculados al agua hayan desaparecido irremediablemente y con ellos muchas especies. El deterioro de los ecosistemas acuáticos, el desecamiento de ríos, la extinción de especies, la disminución drástica del agua dulce en las desembocaduras, con sus consecuencias en los recursos bentónicos, pesqueros y en la diversidad biológica, tiene directas consecuencias en la calidad de vida de la población que depende de ellos.

La pérdida del patrimonio ambiental vinculado al agua presenta múltiples ejemplos. Desde aquellos casos extremos de desecación total como en el río Copiapó, a aquellos casos de desecación temporal como lo recientemente sucedido en el Salto del Laja. Esta realidad se va extendiendo e implica preguntarse si Chile está dispuesto a sacrificar sus ríos, humedales o lagos, pagando la sociedad en su conjunto los costos que esto significa a su patrimonio.

Ahora bien, como los derechos de aguas son otorgados según disponibilidad real, hoy la DGA esta mandatada por ley a entregar derechos de aguas en todas las fuentes sobre las que se presenten solicitudes legal y técnicamente procedentes. Es así como se han otorgado las aguas de prácticamente todos los ríos desde la Región La Araucanía hacia el norte. Los derechos de aguas superficiales otorgados en todo Chile, presentados en la Figura 1, generan una situación de agotamiento en la gran mayoría de los ríos del país, como se aprecia en la Figura 2, donde además se incluyen las cuencas agotadas por grandes solicitudes de derechos no consuntivos que igualmente restringen el uso del agua para otros fines.

En términos ambientales los cauces y sus cuencas presentan funciones esenciales para la preservación de los ecosistemas y de las relaciones territoriales. Forman parte del paisaje y son fuente de vida. Por lo mismo, el Estado de Chile a través de diversos instrumentos ha entregado protección oficial a vastas zonas del territorio nacional. Sin embargo, en algo tan esencial como la conservación de las aguas que valorizan estas zonas, no se han establecido restricciones reales en cuanto al otorgamiento de los derechos de aguas. Siendo así, hoy en día constituyen casos excepcionales aquellos ríos que poseen alto valor ambiental por prestar servicios a zonas protegidas y que cuyas aguas no se encuentren mayoritariamente otorgadas.

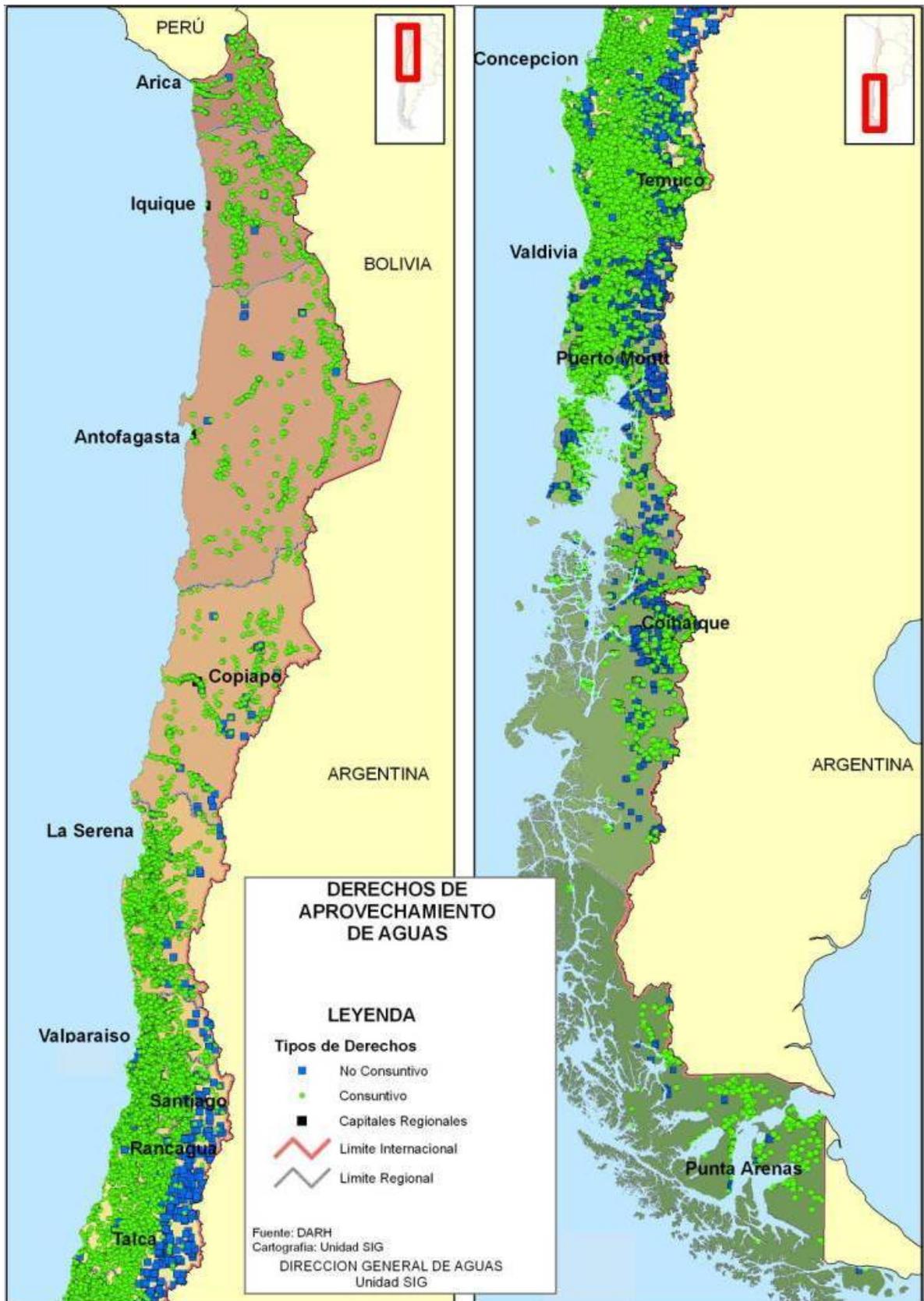


Figura 1. Derechos superficiales otorgados en los ríos de Chile.

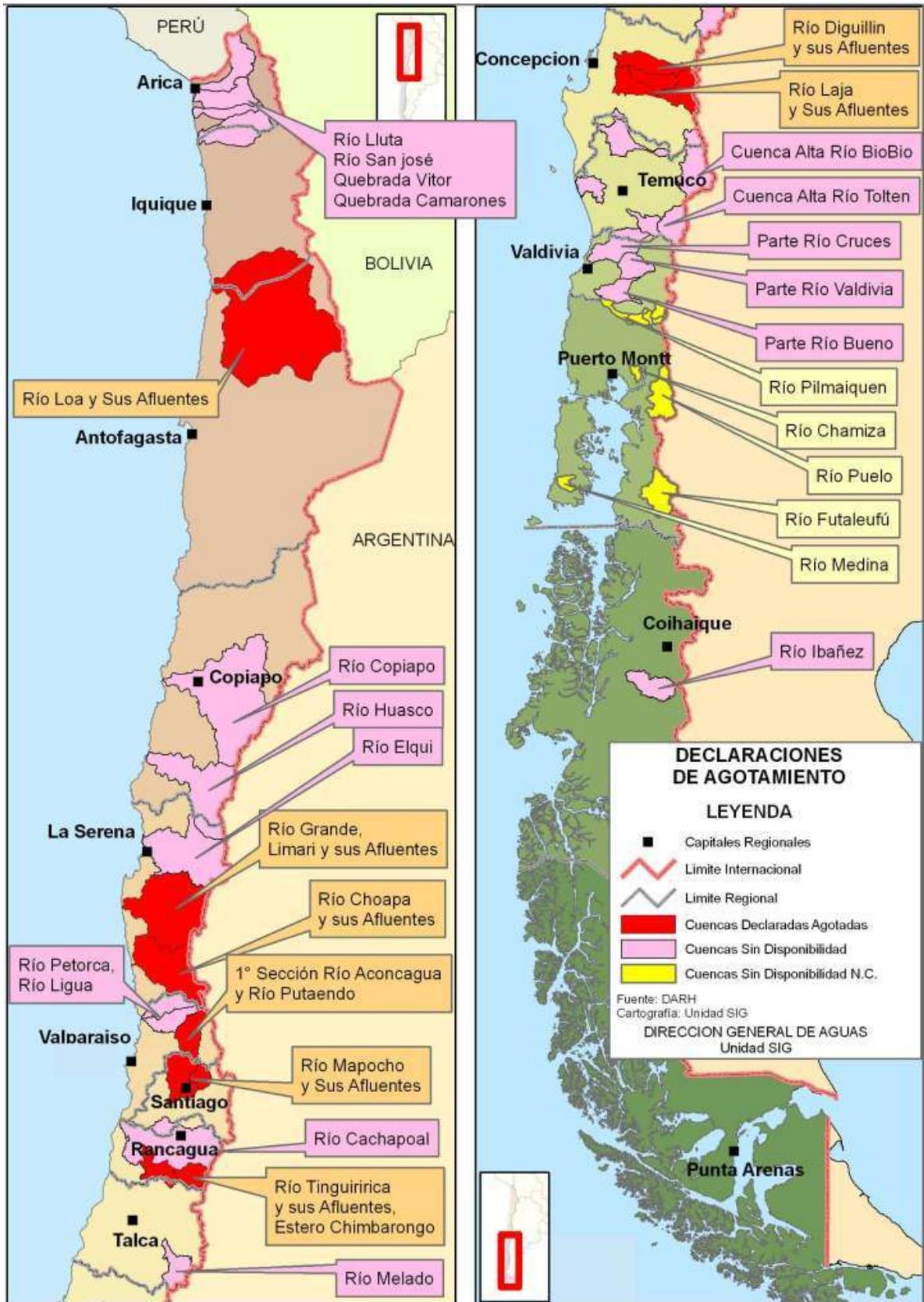


Figura 2. Ríos sin disponibilidad y agotados en Chile.

Así es el caso del río Petrohué pues, a diferencia de la mayoría de los ríos de Chile, este tiene disponibilidad remanente, o sea más allá de los derechos de aguas otorgados, suficiente como para asegurar una conservación real del río y de la zona ambientalmente protegida que sirve. En relación a esto último, señalar que Chile está suscrito a la “Convención para la Protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América” (“Convención de Washington) ratificada el año 1967 (Decreto 531) teniendo rango de ley, y en la cual se acuerda en su artículo N° 3 no permitir la explotación de las riquezas existentes en sus parques nacionales con fines comerciales, prohibiéndose la destrucción o alteración de su flora y fauna a menos que se con un plan de manejo pero sólo con fines de investigación científica.

En la Figura 3 se puede observar la ubicación general de la cuenca del río Petrohué y su calidad de cuenca aún no agotada.



Figura 3. Situación excepcional de la cuenca del río Petrohué en términos de disponibilidad de agua en los ríos.

A continuación se describen todos los aspectos ambientales particulares que hacen del río Petrohué una zona de interés nacional.

2.2 Vicente Pérez Rosales: primer Parque Nacional de Chile y con bosque nativo en excelente estado de conservación

Petrohué significa, en lengua mapuche, "lugar de petros" (pequeños mosquitos también conocidos como jejenes o petros). El origen de este río se remonta al retroceso de los glaciares y a la formación del volcán Osorno. Inicialmente, un gran lago cubría la región, pero las repetidas erupciones del volcán Osorno fueron determinantes para que éste lo dividiera en dos cuencas independientes, la del lago Llanquihue y de Todos Los Santos. El río Petrohué tras 36 Km. dirigido al sur quedó como único desagüe natural del segundo. Éste es un río caudaloso y ancho, con grandes pozones, remansos, rápidos, bocas de esteros y ríos tributarios, diversos brazos y canales con aguas calmas y numerosas playas.

La cuenca del río Petrohué cubre una superficie total de 2.689 Km² y se circunscribe desde el límite con Argentina por el este, la cuenca del río Golgol por el norte, el lago Llanquihue por el oeste, para desembocar en el extremo norte del estuario de Reloncaví, en la ensenada de Ralún formando un amplio delta (Figura 4).

Cerca del 92% de la cuenca se encuentra bajo protección del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). La mayor parte (87%) corresponde al Parque Nacional Vicente Pérez Rosales primera zona protegida bajo esta categoría en el país, creado por el D.S. 552 del Ministerio de Tierras y Colonización el año 1926 como Parque Nacional de Turismo. En 1950 se ampliaron sus límites hasta hacerlo colindar con el Parque Nacional Puyehue (Chile) y con el Parque Nacional Nahuel Huapi (Argentina). En la sección sur, una franja que representa el 4% de la cuenca corresponde a la Reserva Nacional Llanquihue creada el año 1982.

Dentro de los intereses definidos en la Ley 18.362 (1984) que crea el SNASPE, están:

- mantener áreas de carácter único o representativas de la diversidad ecológica natural del país o lugar con comunidades animales o vegetales, paisajes o formaciones geológicas naturales, a fin de posibilitar la educación e investigación y de asegurar la continuidad de los procesos evolutivos, las migraciones animales, los patrones de flujo genético y la regulación del medio ambiente

- mantener y mejorar los sistemas hidrológicos naturales
- preservar y mejorar los recursos escénicos naturales y los elementos culturales ligados a un ambiente natural.

En específico, los Parques Nacionales se definen como áreas extensas, donde se determina que existen diversos ambientes únicos o representativos de la diversidad ecológica natural del país, no alterados significativamente por la acción humana, capaces de autoperpetuarse, y en que las especies de flora y fauna o las formaciones geológicas son de especial interés educativo, científico o recreativo.

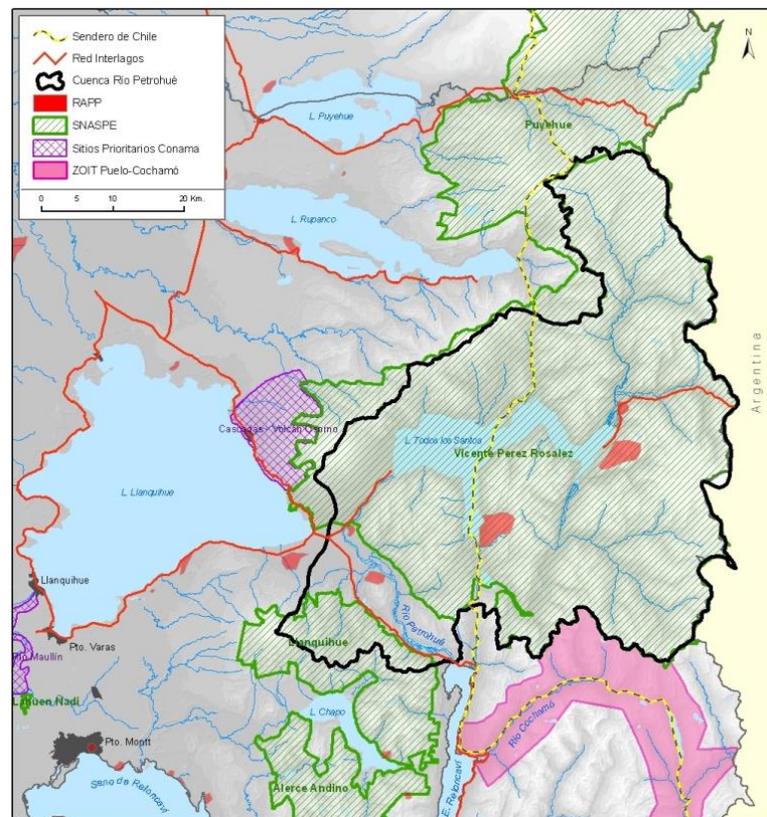


Figura 4: Áreas protegidas y de promoción ambiental.
Fuente: Elaboración propia.

La relevancia ecológica y patrimonial está representada fuertemente por los bosques nativos que representan más del 70% de la cuenca (Figura 5), y que hoy se encuentran en un muy buen estado de conservación. Dentro de los tipos forestales catastrados por Conaf el año 1999 en la cuenca se distinguen el Alerce (*Fitzroya cupressoides*), especie endémica y monumento natural en Chile desde 1976; Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis*); Coigüe – Raulí – Tepa (*Nothofagus dombeii*, *Nothofagus alpina*, *Laureliopsis philippiana*); Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*); Lengua (*Nothofagus pumilio*); Roble – Raulí – Coigüe (*Nothofagus obliqua*,

Nothofagus alpina, *Nothofagus dombeii*); y Siempreverde compuesto por especies como Coigüe común (*Nothofagus dombeyi*), Mañío (*Podocarpus nubigena*), Ulmo (*Eucryphia cordifolia*), Canelo (*Drimys winteri*) y mirtáceas entre otras.

En cuanto a la fauna, es posible encontrar entre muchos otros a la huiña (*Oncefelis guigna*), el huroncito (*Lyncodon patagonicus*), los zorros chilla y culpeo (*Pseudalopex griseus* y *P. culpaeus*); el chingue común (*Conepatus chinga*); el quique o hurón (*Galictis cuja*); el pudú (*Pudu pudu*), en estado de conservación Vulnerable; el puma (*Felix concolor*). Se suman dos pequeños marsupiales: la comadreja trompada (*Rhyncholestes raphanurus*) y el monito de monte (*Dromiciops gliroides*), las dos especies en categoría de conservación Insuficientemente Conocida. El primero, es un pequeño marsupial de hábitos nocturnos y distribución muy reducida, es una especie insectívora que mide sólo 24 cm. y es considerada un relictivo viviente, esto es, un animal que ha sobrevivido a sus congéneres extinguidos hace miles de años.

Dentro de las aves se pueden distinguir el cisne de cuello negro (*Cygnus melancorypha*); la torcaza (*Columba araucana*); la garza cuca (*Ardea cocoi*); el huairavillo (*Ixobrychus involucris*); el aguilucho chico (*Buteo albigula*); el pato cuchara (*Anas platalea*); perdicitita cordillerana (*Attagis gayi gayi*); el pato cortacorrientes (*Merganetta armata*) y el martín pescador (*Ceryle toquata*) entre otras especies.

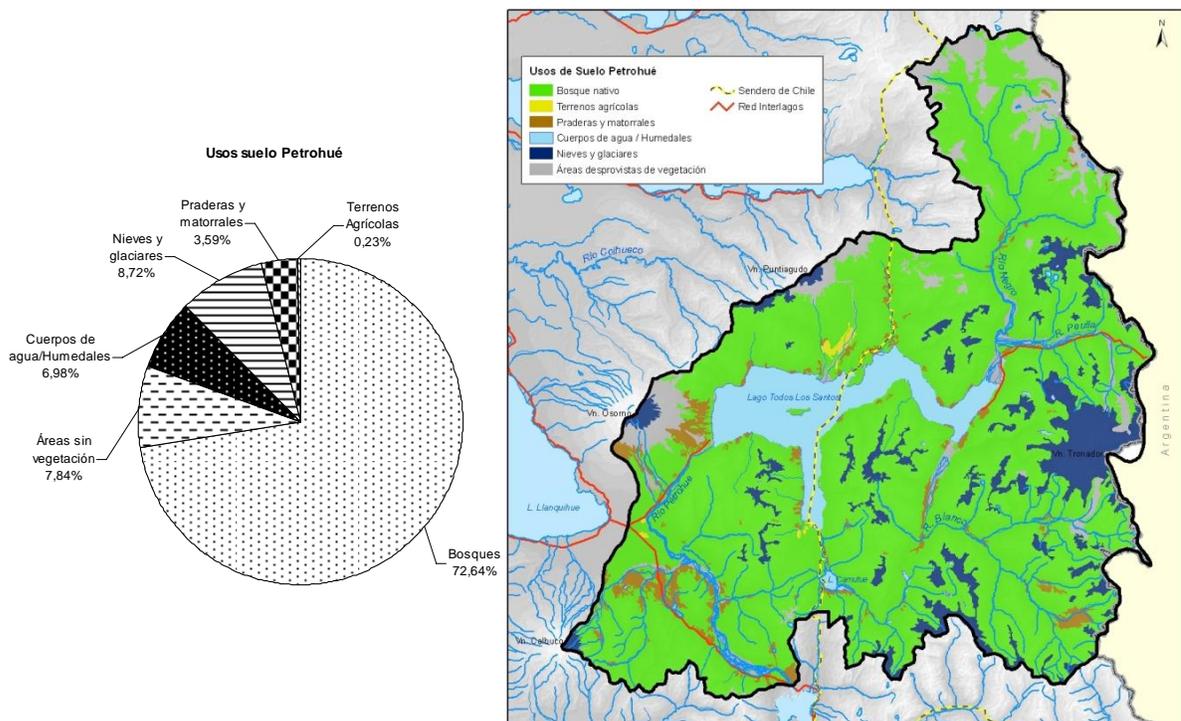


Figura 5: Usos de suelo cuenca río Petrohué.
Fuente: Elaboración propia sobre la base de Conaf 1999.

En los ambientes propiamente acuáticos, se observa actualmente una recuperación de poblaciones de coipo y nutria de río o huillín (*Lontra provocax*; en Peligro de Extinción en la zona que va desde la región del Lib. Bdo. O'Higgins hasta la región de Los Lagos), especies intensamente cazadas en el pasado por su valiosa piel.

Dentro de los peces de agua dulce se encuentran la trucha chilena (*Percichthys trucha*) y dos especies introducidas, la trucha arcoíris (*Onchorhynchus mykiss*) y la trucha café (*Salmo trutta*). Por último, la cuenca posee una enorme diversidad de anfibios e insectos.

En relación al entorno paisajístico, la cuenca está enmarcada por un extraordinario escenario cordillerano andino de bosques y volcanes nevados, dentro de los que destacan el Osorno (2.652 m.s.n.m.), el Puntiagudo (2.493 m.s.n.m.), el Calbuco (2.015 m.s.n.m.) y el Tronador (3.490 m.s.n.m.). Un elemento central en la cuenca y que destaca por sus aguas cristalinas es el lago Todos los Santos, el cual es un típico fiordo interior con contornos irregulares de profundas ensenadas, con un espejo de agua de 189 Km². El eje mayor del lago se orienta en sentido este-oeste entre los puertos de Petrohué y Peulla, y alcanza 32 Km. El lecho del río Petrohué es tranquilo a pocos kilómetros de su nacimiento, pero luego escurre a saltos y rápidos entre escombros de lava, destacándose los conocidos Saltos de Petrohué.

Un rasgo de interés particular lo constituye el camino de Vuriloche descubierto durante el siglo XVIII por los Jesuitas de Chiloé, con el fin de fundar misiones en la región de Nahuelhuapi. Este paso, al sur del volcán Tronador, evitaba los riesgos de la ruta de las lagunas, que requería cruzar la laguna Cayutúe y el lago Todos Los Santos.

Por último, señalar que dentro del Programa de la Ecorregión Valdiviana impulsado por la *World Wildlife Foundation* (WWF) que en Chile trabaja fomentando la conservación de la biodiversidad de la Ecorregión Valdiviana, a través de la colaboración con ONGs, organizaciones de base, servicios públicos y empresas, una de las cuencas priorizadas desde un punto de vista acuático, es la del río Petrohué, con lo cual se quiere garantizar la conservación de procesos, ensambles y especies que ocurren en todo el sistema.

Así, de acuerdo a todo lo anterior, se aprecia que la zona que cubre la cuenca del río Petrohué posee una riqueza natural vegetal y faunística relevante y abundante, lo que en gran parte puede deberse a la protección que desde hace más de 80 años tiene gran parte de la cuenca, lo que ha provocado una intervención antrópica muy

moderada, y destinada principalmente para actividades turísticas que sirven al Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, y en menor medida a la Reserva Nacional Llanquihue. En efecto, el mayor provecho de la cuenca ha provenido de la navegabilidad que del lago Todos los Santos, que permite una fácil comunicación con Argentina por el paso Pérez Rosales, y del alto interés turístico por sus bellezas naturales.

2.3 Destino turístico fuertemente consolidado

La diversidad paisajística, la dominante presencia de volcanes en un entorno de vegetación y fauna nativa han convertido a la cuenca y especialmente la que está comprendida en el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales en uno de los principales destinos del sur de Chile y de la región de Los Lagos, ya que los atractivos naturales y la oferta de actividades posible de desarrollar son variadas, entre las que se cuentan:

- la Playa Petrohué, lugar desde donde se embarcan quienes desean cruzar hacia Argentina (ruta "Cruce de lagos"), donde existen además embarcaciones menores para paseos y práctica de deportes acuáticos como canotaje, kayak de mar y windsurf;
- los Saltos del Petrohué (Foto 1), formados hace unos 600 años por rocas de lava provenientes del volcán Osorno;
- el río Petrohué propiamente tal, donde a lo largo de su curso se puede practicar la pesca recreativa y rafting;
- trekking; ascensos a los volcanes; baños termales; esquí en las faldas del volcán Osorno, por nombrar sólo algunas.

De acuerdo Conaf (2008), el parque cuenta con un personal permanente de 13 personas y 4 personas más en funciones transitorias, quienes reciben a una cantidad creciente de visitante, los que hoy sobrepasan las 200 mil visitas anuales; además hay 20 concesionarios que prestan servicios turísticos y un Consejo Consultivo operativo.

Existen por otro lado dos iniciativas estatales reconocibles en la cuenca, las cuales se relacionan con el mejoramiento de la conectividad entre los territorios y al desarrollo de actividades ligadas al turismo: primero, la Red Interlagos (Figura 4), iniciativa del Ministerio de Obras Públicas (MOP) que tiene por objetivo generar un incremento en la actividad turística, mejorar la calidad de vida de la población y contribuir al desarrollo socioeconómico de las regiones del sur de Chile, principalmente entre las regiones de La Araucanía y Los Lagos; segundo, el Sendero de Chile (Figura 4) que en el tramo

que comprende la cuenca se denomina “Bosques, lagos y volcanes” que va desde Coñaripe hasta Hornopirén. Esta es una iniciativa pública de carácter multisectorial que tiene por objetivo unir a Chile desde Visviri a Cabo de Hornos en un gran sendero que sea posible recorrer ya sea a pie, a caballo o en bicicleta; y busca con ello fomentar el ecoturismo y la educación ambiental.



Foto 1: Saltos de Petrohué.
Autora: Ana María Gangas.

Como se aprecia, la oferta de actividades supera la estacionalidad, lo cual en parte habla de vocación y desarrollo acertados. Otro aspecto interesante es que el parque representa un foco de actividades al aire libre para las principales áreas pobladas de la región, entre ellas, Puerto Montt, Puerto Varas, Llanquihue, Frutillar, Puerto Octay, por nombrar algunas. Es decir, muchos de los turistas son en verdad usuarios habituales y locales, lo que no ocurre con varias zonas protegidas que cuentan con accesos más restringidos y retirados de zonas pobladas. En este caso, por la Ruta 256 que une Puerto Varas con el acceso al Parque la accesibilidad constituye una fortaleza.

2.4 Planteamientos de la Estrategia de Desarrollo Regional de Los Lagos

La Estrategia de Desarrollo Regional (EDR) elaborada para el período 2009-2020 hace mención a cinco ejes de desarrollo regional a través de los cuales se espera orientar de manera general la toma de decisiones en la región, estos son: 1) Desarrollo humano y calidad de vida, 2) Comunidad pluricultural, 3) Competitividad regional, 4) Democracia y Gobernabilidad, 5) Sustentabilidad regional.

La sustentabilidad regional, es transversal en toda la EDR y supone valorar, fomentar y reforzar iniciativas tendientes a la protección de la biodiversidad, la preservación de ecosistemas y el uso sustentable del territorio regional. Lo anterior permitiría una administración eficiente y racional de nuestros recursos naturales, con el propósito final de mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las futuras generaciones.

Así mismo, el proceso de planificación regional propuesto se orienta a considerar el territorio como elemento fundamental para articular un modelo de desarrollo sustentable, sobre la base de las condiciones geográficas, económicas, culturales y ambientales existentes. De esta manera, la estrategia territorial identifica siete zonas estratégicas de desarrollo, una de las cuales corresponde a la Zona Lagos Andinos, donde precisamente se localiza la Cuenca del Río Petrohué.

En la EDR, se espera que en el año 2020 la Zona Lagos Andinos se consolide como un destino turístico internacional de alto nivel, integrado al ámbito nacional e internacional, con una eficiente administración de sus recursos ambientales y energéticos.

Además, la EDR considera la ejecución de cinco programas y proyectos regionales con carácter estratégico, uno de los cuales corresponde al programa "Sistema regional de áreas protegidas públicas y privadas". El objetivo de este programa es coordinar los esfuerzos que se llevan a cabo en la región respecto a la gestión, fortalecimiento y mejoramiento de áreas protegidas públicas y privadas existentes y fomentar la inclusión de nuevas áreas al sistema, con el objeto de conservar, proteger y usar de manera sustentable la biodiversidad presente en el territorio regional.

Según esto, la presente iniciativa estaría alineada con la EDR y contribuiría con el eje de desarrollo regional "Sustentabilidad Regional" y se enmarca dentro del Programa Regional "Sistema Regional de Áreas Protegidas Públicas y Privadas".

2.5 El Cambio Climático: un llamado a valorar el patrimonio ambiental

El cambio climático entendido como un efecto directo de la actividad humana, plantea un escenario en que se hace evidente el impacto que nuestro quehacer genera en la dinámica del planeta. La reflexión más profunda es que nuestro comportamiento puede incidir sobre el medioambiente en mayor medida de lo que siempre hemos creído.

En efecto, a partir de los resultados existentes para el país en cuanto a comportamiento de precipitaciones en situación de clima futuro, indican en general un descenso entre un 50 y un 70% de las precipitaciones para el período diciembre – febrero con un aumento de las temperaturas para el mismo período de 5 grados (U. Chile, 2006).

En lo que respecta a la cuenca del río Petrohué, compuesta principalmente por el Lago Todos Los Santos y el río propiamente tal, el cambio descrito podría afectarlos por la baja de los aportes nivales y precipitación directa, lo que implicaría un descenso en el nivel del lago y como consecuencia en los caudales del río, pudiendo llegar al extremo de un cese temporal del escurrimiento del cauce en los meses de febrero y marzo.

En definitiva, este paradigma sugiere que todas las naciones sean prudentes y sustentables ambiental, social y económicamente en los modelos de desarrollo por los que opten.

2.6 Reserva de la Biosfera por la UNESCO y sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad

El año 2007 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) aceptó la propuesta del Gobierno de Chile de crear la reserva de la biosfera denominada “Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes” junto a otros 22 lugares, distribuidos en 18 países (Figura 6). Esta solicitud particular correspondió en realidad a una intención colectiva de los Gobiernos de Chile y Argentina, que buscaba una protección ampliada de los bosques templados tanto de la vertiente oriental como de la occidental de la cordillera de los Andes. Como se observa para el caso chileno, el área cubre casi íntegramente la zona cordillerana de las regiones de Los Ríos y de Los Lagos.

El sitio incluye ecosistemas de alta montaña e importantes recursos de agua asociados. Esta reserva se suma a otros nueve parajes del país que ya tienen la misma categoría: el Parque Nacional Bosque Fray Jorge (designado en 1977), el archipiélago de Juan

Fernández (1977), Parque Nacional Torres del Paine (1978), Laguna San Rafael (1979), Parque Nacional Lauca (1981), Araucarias (1983), Parque Nacional La Campana y Lago Peñuelas (1984) y Cabo de Hornos (2005).

Las Reservas de la Biosfera son zonas de ecosistemas terrestres o costeros/marinos, o una combinación de ellos, donde el objetivo es combinar el conocimiento científico con estrategias gubernamentales para reducir la pérdida de biodiversidad, mejorar los medios de subsistencia de la población y elevar sus condiciones sociales, económicas y culturales para un medio ambiente sostenible. Así, no son sitios de protección ambiental estricta, sino donde se promueve una relación equilibrada entre las poblaciones y el desarrollo de sus actividades y la naturaleza.

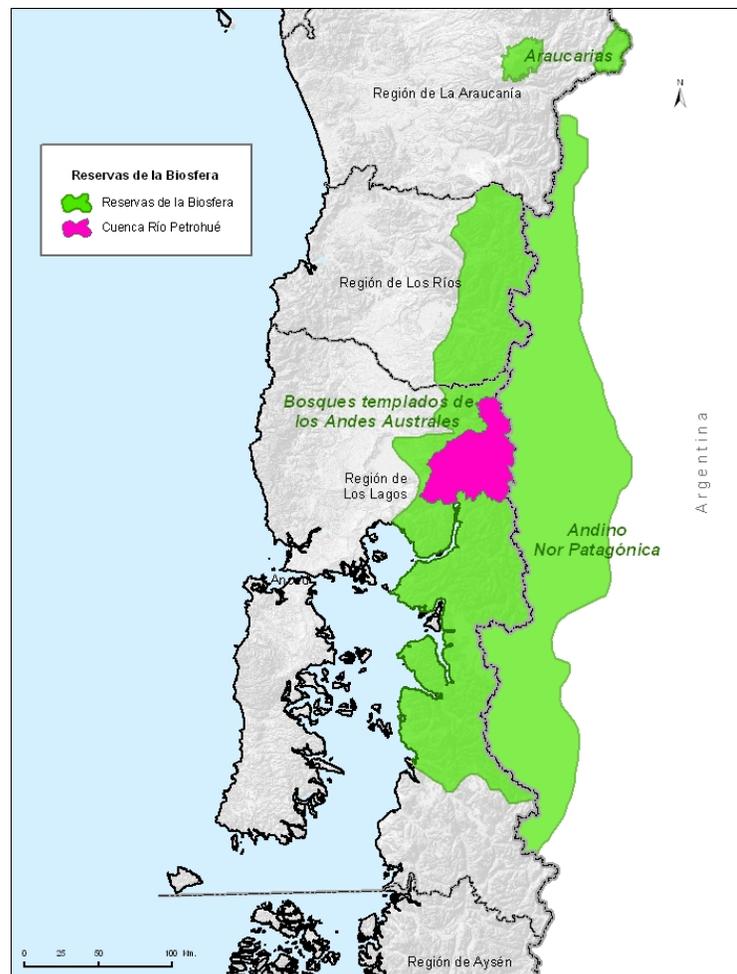


Figura 6. Reservas de la Biosfera
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, dentro de las alternativas que estudió la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en el año 2002 como sitios prioritarios para la conservación de la

biodiversidad, se definieron dos en distintas categorías que colindan con el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales:

a) Ampliar el límite del Parque Nacional hacia el sur, para unirlo al Parque Nacional Hornopirén y con ello lograr una mayor cobertura de protección de los bosques templados siempreverdes de la zona (especialmente de los compuestos por Alerce). Esta alternativa fue ponderada en un nivel IV, lo que implica que se considere en las acciones generales de la región y que se priorice según las condiciones de factibilidad del momento.

b) El sitio Cascada-volcán Osorno (Figura 4), donde se determinó la presencia de una alta biodiversidad, dentro de una zona de conectividad entre parques nacionales (Puyehue y Vicente Pérez Rosales) y el Lago Llanquihue, donde además existe interés de parte de organizaciones internacionales en generar proyectos asociados al turismo y conservación y factibilidad de generar puestos de trabajo en estas áreas para impulsar el desarrollo local a largo plazo.

3 ANÁLISIS DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

La situación actual en cuanto a los derechos de aprovechamiento de aguas en la cuenca del río Petrohué muestra en general un bajo otorgamiento tal como se observa en la Figura 7 y la Figura 8, pero a la vez una gran demanda, fundamentalmente por derechos de tipo no consuntivo (Tabla 2).

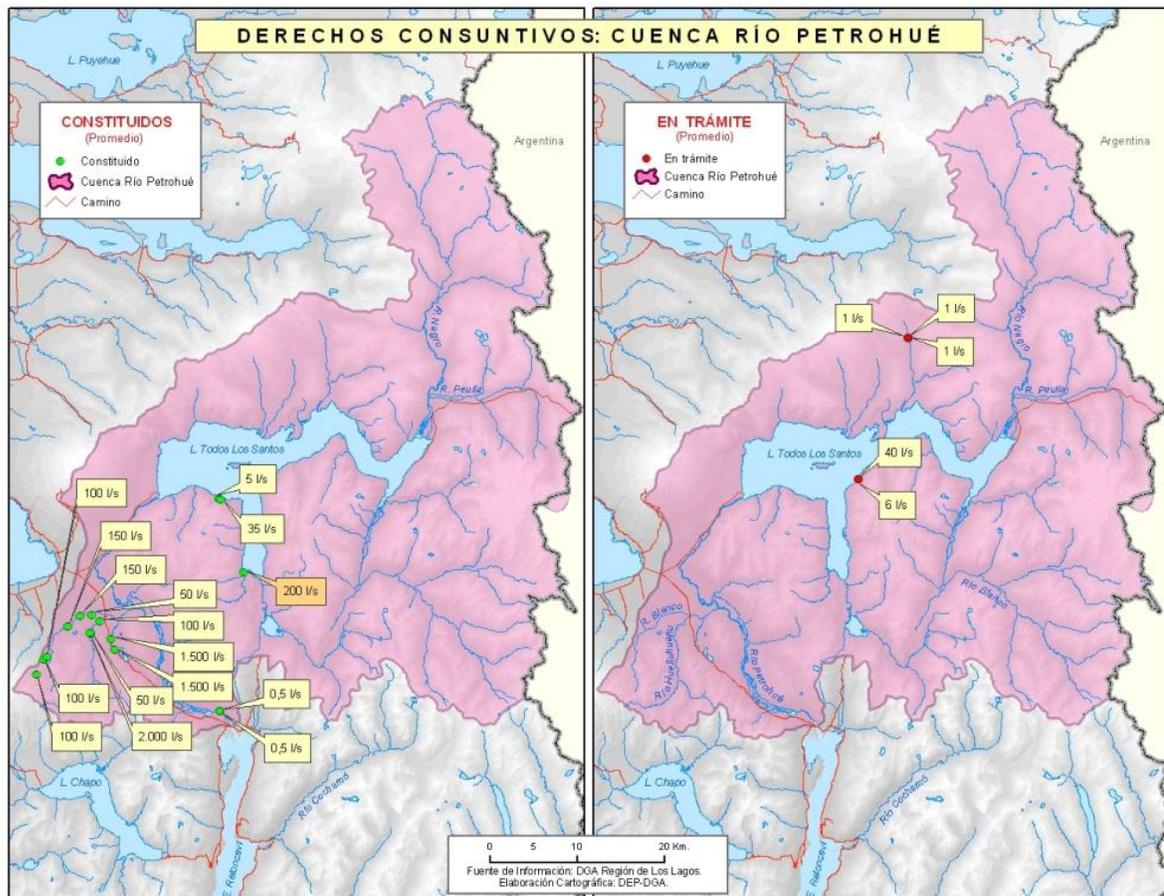


Figura 7. Situación de Derechos Consuntivos en la cuenca del río Petrohué. En naranja, derechos que si bien todavía no tiene resolución DGA, está en últimas tramitaciones y se puede considerar esa cantidad de agua como comprometida.

Para el caso de los derechos consuntivos (Figura 7), los constituidos se encuentran principalmente en la subcuenca del río Hueñuhueñu al oeste del río Petrohué. En este sector los caudales promedio otorgados van desde los 50 hasta los 1.500 l/s promedio permanentes en los tres principales cauces: Blanco, Hueñuhueñu y Patas. En los cauces que bordean el lago Todos Los Santos se han otorgado tres derechos, de 5, 35 y 200 l/s promedio. En cuanto a los derechos en trámite, son sólo 5, todos permanentes, dos de ellos en torno al lago, los otros tres son estero sin nombre,

afluentes a un río sin nombre que desemboca en el Lago Todos Los santos en su ribera norte.

En relación a los derechos de tipo no consuntivo, en la Figura 8 se observan pocos derechos otorgados en relación al tamaño de la cuenca y al caudal, siendo el mayor de ellos de 12 m³/s promedio teniendo como fuente el río Petrohué, y que hoy no se encuentra en ejercicio y por tanto, afecto al pago de patente por no uso.

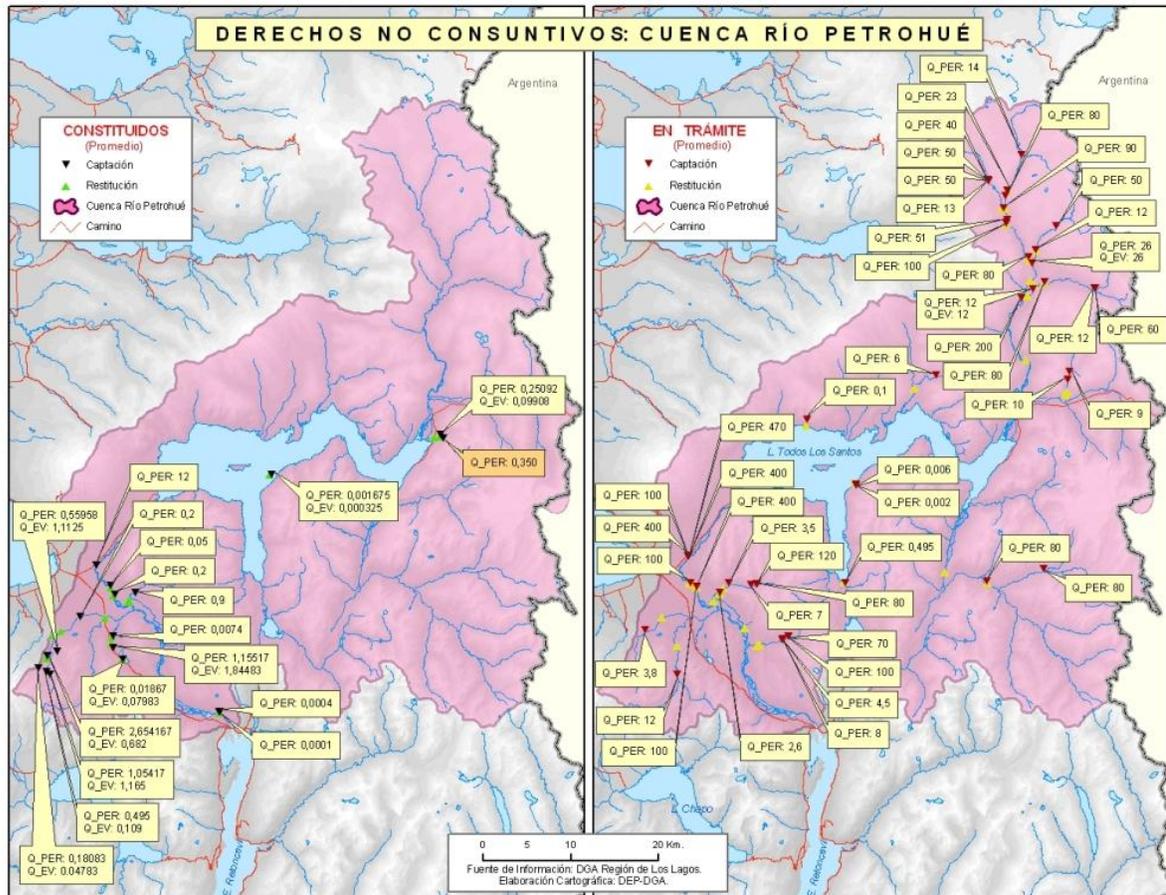


Figura 8. Situación de Derechos No Consuntivos en la cuenca del río Petrohué. Los derechos están en m³/s. En naranja, derecho que si bien no tiene resolución DGA, se encuentra en últimas tramitaciones y se puede considerar como comprometida.

Al igual que los derechos consuntivos constituidos, la mayor cantidad de no consuntivos otorgados se encuentran en la subcuenca del río Hueñuhueñu. Al respecto, es pertinente mencionar que en esta zona se desarrollan actividades de tipo hidroenergéticas y de acuicultura en la subcuenca del río Blanco y solo de acuicultura en la subcuenca del río Patas, ambas afluentes al río Hueñuhueñu.

Tabla 1: Listado Solicitudes Derechos Consuntivos en trámite y procedentes, cuenca Petrohué (FUENTE: DGA, región de Los Lagos. Información actualizada al 05 de Octubre 2009).

N°	EXPEDIENTE				PETICIONARIO	CAUCE	CAUDAL SOLICITADO (m ³ /s)	CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 h18	
								NORTE	ESTE
1	ND	10	3	3104	Sandra Verónica Henríquez Montagnon	Vertiente sin nombre	0,001	5.459.667	738.618
2	ND	10	3	3105	Sandra Verónica Henríquez Montagnon	Vertiente sin nombre	0,001	5.459.667	738.614
3	ND	10	3	3106	Sandra Verónica Henríquez Montagnon	Vertiente sin nombre	0,001	5.459.667	738.611
4	ND	10	3	3918	Juan Batalla Navarro	Estero sin nombre	0,006	5.443.956	731.905
5	ND	10	3	3919	Juan Batalla Navarro	Estero sin nombre	0,04	5.443.956	731.905

Tabla 2: Listado Solicitudes Derechos No Consuntivos en trámite y procedentes, cuenca Petrohué (FUENTE: DGA, región de Los Lagos. Información actualizada al 05 de Octubre de 2009).

N°	EXPEDIENTE				PETICIONARIO	CAUCE	CAUDAL SOLICITADO		CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 h18		RESTITUCION UTM (m) PSAD 1956 h18	
							PERM. (m ³ /s)	EVEN. (m ³ /s)	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
1	ND	10	3	142	AES Gener S. A.	Negro	26,000	0,000	5.467.400	753.400	5.463.800	752.600
2	ND	10	3	142	AES Gener S. A.	León	12,000	0,000	5.464.400	753.300	5.463.800	752.600
3	ND	10	3	2252	Exploraciones, Inversiones y Asesorías Huturi S. A.	Blanco	80,000	0,000	5.431.350	745.700	5.432.800	741.000
4	ND	10	3	3379	RPI Chile Energías Renovables S. A.	La Junta	6,000	0,000	5.455.350	741.500	5.454.050	738.950
5	ND	10	3	3380	RPI Chile Energías Renovables S. A.	Negro	14,000	0,000	5.479.810	753.000	5.476.175	751.260
6	ND	10	3	3754	Geosystems Chile Limitada	San Antonio	4,500	0,000	5.426.340	722.000	5.425.920	719.080
7	ND	10	3	3766	Hans Rudolf Edgar Ziener Von Bauer y Otro	El Salto	3,500	0,000	5.433.180	716.250	5.432.190	715.170
8	ND	10	3	3767	Hans Rudolf Edgar Ziener Von Bauer y Otro	El Salto	2,600	0,000	5.432.190	715.170	5.431.280	714.400
9	ND	10	3	3785	Manuel Madrid Aris	Negro	200,000	0,000	5.463.550	751.850	5.456.500	751.950
10	ND	10	3	3786	Manuel Madrid Aris	Guías	50,000	0,000	5.477.250	749.000	5.473.950	750.575
11	ND	10	3	3787	Manuel Madrid Aris	Petrohué	400,000	0,000	5.436.700	711.900	5.433.500	711.900
12	ND	10	3	3788	Manuel Madrid Aris	San Antonio	100,000	0,000	5.426.600	722.650	5.425.900	719.000
13	ND	10	3	3789	Manuel Madrid Aris	El Salto	120,000	0,000	5.432.900	719.450	5.432.100	715.060
14	ND	10	3	3790	Manuel Madrid Aris	Petrohué	400,000	0,000	5.433.100	712.550	5.428.000	717.650
15	ND	10	3	3805	Sociedad Agrícola Mesquihue Limitada y José Luis Alberto Maldonado Croquevielle	Cayutue	0,495	0,000	5.432.305	729.517	5.432.540	729.428
16	ND	10	3	3818	Manuel Madrid Aris	Negro	90,000	0,000	5.473.860	750.578	5.472.163	750.763
17	ND	10	3	3819	Manuel Madrid Aris	Caracol	50,000	0,000	5.471.453	756.427	5.468.867	753.944
18	ND	10	3	3820	Manuel Madrid Aris	León	60,000	0,000	5.464.065	760.380	5.465.137	754.625
19	ND	10	3	3821	Manuel Madrid Aris	Negro	100,000	0,000	5.472.163	750.762	5.468.118	753.040
20	ND	10	3	3840	Rene Vera Giannini	Estero sin nombre	0,002	0,000	5.443.422	731.568	5.443.754	731.440
21	ND	10	3	3840	Rene Vera Giannini	Estero sin nombre	0,006	0,000	5.443.414	731.558	5.443.754	731.440
22	ND	10	3	3891	Enrique Egon Wolff Peña	Sin Nombre	0,100	0,000	5.451.274	726.466	5.450.717	726.346

N°	EXPEDIENTE				PETICIONARIO	CAUCE	CAUDAL SOLICITADO		CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 h18		RESTITUCION UTM (m) PSAD 1956 h18	
							PERM. (m ³ /s)	EVEN. (m ³ /s)	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
23	ND	10	3	3965	María Eugenia Echegoyen Hormazábal	Petrohué	400,000	0,000	5.436.700	711.900	5.433.500	711.900
24	ND	10	3	3971	María Eugenia Echegoyen Hormazábal	Guías	50,000	0,000	5.477.250	749.000	5.473.950	750.575
25	ND	10	3	3983	Álvaro Francisco Gutiérrez Bahamonde, Ángela Virginia Fuentes Merino	El Salto	80,000	0,000	5.432.900	719.400	5.432.160	715.140
26	ND	10	3	3984	Álvaro Francisco Gutiérrez Bahamonde, Ángela Virginia Fuentes Merino	Guías	40,000	0,000	5.477.202	749.020	5.474.097	750.433
27	ND	10	3	3985	Álvaro Francisco Gutiérrez Bahamonde, Ángela Virginia Fuentes Merino	San Antonio	70,000	0,000	5.426.654	722.650	5.425.968	719.114
28	ND	10	3	3987	RP Global Chile Energías Renovables S. A.	Cascada	10,000	0,000	5.453.782	756.480	5.452.433	756.422
29	ND	10	3	3999	Manuel Madrid Aris	Negro	80,000	0,000	5.475.300	750.900	5.473.875	750.625
30	ND	10	3	3999	Manuel Madrid Aris	Negro	80,000	0,000	5.468.127	753.041	5.465.472	753.034
31	ND	10	3	4000	Guido Rietta González	Blanco	80,000	0,000	5.432.300	752.250	5.431.300	745.775
32	ND	10	3	4001	Manuel Madrid Aris	León	80,000	0,000	5.465.136	754.640	5.465.472	753.034
33	ND	10	3	4070	Robert James Gillmore Landon	Hueñuhueñu	12,000	0,000	5.423.125	709.650	5.426.550	709.800
34	ND	10	3	4140	Inversiones Las Goteras Ltda.	Petrohué	470,000	0,000	5.436.560	711.800	5.433.630	711.800
35	ND	10	3	4144	María del Carmen Rosas Martínez	Blanco	3,800	0,000	5.428.450	706.330	5.429.840	708.300
36	ND	10	3	4148	Inversiones Las Goteras Ltda.	El Salto	7,000	0,000	5.432.790	718.775	5.432.700	715.550
37	ND	10	3	4149	Inversiones Las Goteras Ltda.	San Antonio	8,000	0,000	5.426.310	721.850	5.425.990	719.275
38	ND	10	3	4150	Inversiones Las Goteras Ltda.	Cascada	9,000	0,000	5.454.729	756.799	5.452.205	756.106
39	ND	10	3	4151	Inversiones Las Goteras Ltda.	Guías	13,000	0,000	5.477.125	749.075	5.473.950	750.500
40	ND	10	3	4159	Manuel Madrid Aris	Petrohué	100,000	0,000	5.436.700	711.900	5.433.500	711.900
41	ND	10	3	4159	Manuel Madrid Aris	Petrohué	100,000	0,000	5.433.500	711.900	5.433.100	712.550
42	ND	10	3	4159	Manuel Madrid Aris	Petrohué	100,000	0,000	5.433.100	712.500	5.428.000	717.650
43	ND	10	3	4178	Inversiones Las Goteras Ltda.	Caracol	12,000	0,000	5.468.844	753.923	5.467.769	753.167
44	ND	10	3	4179	Inversiones Las Goteras Ltda.	Negro	51,000	0,000	5.472.550	750.920	5.467.769	753.167
45	ND	10	3	4180	Inversiones Las Goteras Ltda.	León	12,000	0,000	5.464.072	760.281	5.464.887	753.521
46	ND	10	3	4181	Inversiones Las Goteras Ltda.	Negro	23,000	0,000	5.475.950	751.125	5.474.100	750.650

En cuanto a las solicitudes en trámite de derechos no consuntivos, en la Tabla 2 se observa que son un total de 46, con caudales que van desde los 0,002 m³/s a los 470 m³/s promedio. De esta forma, la mayoría de las solicitudes actualmente en trámite (90,2%) son de tipo no consuntivas y cubren gran parte de la cuenca. Las solicitudes

en la subcuenca del río Hueñuhueñu (ND-1003-4070 y ND-1003-4144) no se considerarán en la reserva, ya que esta zona tiene hoy un ámbito de desarrollo ya definido. De esta forma, toda la subcuenca del río Hueñuhueñu no queda afectada a la reserva.

Por otra parte, existe un expediente con dos solicitudes (ND-1003-3840), que corresponden a dos esteros sin nombre que desembocan al Lago Todos Los Santos (Figura 8). Por las escasas dimensiones de los esteros no aparecen descritos en la cartografía del IGM escala 1:50.000, por lo que es difícil determinar su área aportante y por lo tanto su caudal. Por esto serán excluidos del análisis que se realiza en los capítulos siguientes. Cuando sean resueltos, ambos esteros quedarán afectados por la reserva.

En resumen, Petrohué es una cuenca con un bajo otorgamiento de derechos, tanto en caudal como en cantidad; sin embargo, de acuerdo a las solicitudes que hoy se encuentran en trámite, se advierte un claro interés por el aprovechamiento de las aguas para usos no consuntivos ligados a proyectos hidroeléctricos (Figura 8). En el evento de constituirse estos derechos, las obras asociadas al desarrollo hidroeléctrico causarán un grave desequilibrio dentro del ecosistema, disminuyendo las áreas de bosque nativo y por lo tanto el hábitat donde se desarrollan especies de fauna nativa. Además se restringirá la disponibilidad para otros usos dentro de la cuenca incluyendo aquellos de desarrollo local asociado a las actividades de mayor relevancia territorial como lo es el turismo.

4 HIDROLOGÍA DE LA CUENCA DEL RÍO PETROHUÉ

El río Petrohué está ubicado en la región de Los Lagos, nace en Lago Todos Los Santos, corre en dirección sur y desemboca finalmente en el Seno de Reloncaví. Su cuenca aportante limita al oriente con la cuenca atlántica, coincidente con el límite internacional, al norte con la cuenca del lago Rupanco, al poniente con la cuenca del lago Llanquihue y al sur con la cuenca del río Cochamó. En el interior de la cuenca se encuentran los lagos Todos los Santos, Cayutue y varias lagunas menores. La cuenca del río Petrohué tiene una superficie total de 2.689 km², de los cuales 2.209 km² corresponden a la cuenca aportante al lago Todos Los Santos.

4.1 Estimación de caudales medios mensuales

4.1.1 Información Hidrológica Disponible

La información hidrológica específica de la cuenca consiste sólo en el registro fluviométrico de una estación ya cancelada perteneciente a ENDESA, ubicada en el desagüe del lago Todos Los Santos (nacimiento del río Petrohué). Este es un registro bastante extenso de caudales diarios (1941-1993) por lo cual es fundamental para estimar los recursos hídricos en la cuenca. Dentro de la cuenca no existen otras estaciones de medición, ya sea meteorológicas o fluviométricas, o ya sea en operación o canceladas. En la Figura 9 se muestra la ubicación de las estaciones de medición en la cuenca del río Petrohué y sus alrededores.

Dado el tamaño del lago Todos los Santos, el régimen del río Petrohué se ve influido por la regulación que produce el lago. Por esta razón la estación fluviométrica: *Petrohué Des. L. Todos Los Santos* es representativa del régimen hidrológico del río Petrohué, pero no es representativa necesariamente del régimen de otros ríos de la cuenca ubicados aguas arriba del lago y cuyos caudales no están regulados por éste.

Con el objetivo de estimar el régimen hidrológico de los ríos aguas arriba del Lago todos los Santos (por ejemplo los afluentes río Blanco y río Negro), es necesario entonces obtener información desde otra fuente.

Tabla 3. Estación PETROHUE DES. L. TODOS LOS SANTOS. Caudales Mensuales (m³/s).

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1941	s.i.	s.i.	89	234	275	489	331	517	250	278	323	408	297
1942	262	233	206	216	309	325	239	246	273	248	230	170	246
1943	143	114	127	140	276	237	368	166	214	269	247	143	204
1944	107	94	91	109	206	661	480	347	312	509	449	324	307
1945	177	154	155	274	648	605	402	392	311	290	362	303	339
1946	199	250	176	104	353	227	355	291	481	262	493	310	292
1947	176	136	147	73	429	599	308	196	157	246	157	275	242
1948	217	125	117	152	245	490	419	228	310	306	263	233	259
1949	198	270	364	290	666	804	329	157	142	172	107	124	302
1950	105	90	141	270	468	638	425	355	310	219	332	408	313
1951	352	289	189	116	456	770	395	225	223	252	375	289	328
1952	152	110	319	151	351	187	236	235	237	232	138	103	204
1953	317	154	211	134	508	547	450	446	407	238	250	289	329
1954	193	125	85	140	238	241	303	330	243	206	289	365	230
1955	182	185	104	172	438	342	425	238	218	196	251	301	254
1956	411	128	158	219	318	266	345	291	244	245	244	124	249
1957	113	97	70	65	261	305	489	438	263	250	281	320	246
1958	206	107	75	120	466	460	851	273	192	186	243	158	278
1959	117	136	144	402	443	386	316	390	293	299	275	165	281
1960	120	111	78	285	200	450	410	325	227	316	320	188	252
1961	392	238	115	209	282	610	529	377	395	294	257	158	321
1962	110	74	56	51	201	251	282	476	391	172	148	172	199
1963	177	92	86	347	350	450	507	305	285	192	270	255	276
1964	155	231	171	196	379	410	295	300	386	174	199	298	266
1965	212	249	207	162	204	534	344	542	195	294	314	354	301
1966	156	137	151	180	494	499	524	206	186	178	216	473	283
1967	258	199	135	104	464	254	300	321	353	331	341	314	281
1968	210	207	239	141	256	260	382	379	289	286	316	285	271
1969	187	178	112	139	402	351	516	608	357	366	346	305	322
1970	194	136	104	241	381	387	411	498	293	235	235	343	288
1971	376	348	199	223	295	236	590	527	360	267	294	417	344
1972	264	236	129	116	366	574	414	562	286	283	309	225	314
1973	266	142	114	117	219	604	390	320	248	249	251	198	260
1974	396	226	187	123	378	271	268	365	231	212	221	229	259
1975	160	243	139	355	337	383	441	264	329	287	333	317	299
1976	394	186	136	92	133	608	407	202	182	294	215	248	258
1977	276	127	108	163	384	751	470	344	353	427	496	401	358
1978	205	134	120	71	301	416	671	424	345	437	378	208	309
1979	119	91	95	58	352	383	275	790	467	323	469	s.i.	307
1980	164	230	214	338	443	499	366	507	275	189	231	191	304
1981	229	179	127	141	725	484	403	322	325	226	228	188	298
1982	150	195	138	112	304	584	547	342	567	332	266	217	313
1983	153	144	102	141	255	272	381	249	228	326	302	197	229
1984	143	168	148	105	324	298	372	177	243	389	371	319	255
1985	214	183	187	366	495	584	467	243	317	204	278	151	307
1986	98	155	207	286	436	508	413	318	309	275	193	240	287
1987	101	78	78	174	236	384	554	313	280	290	234	184	242
1988	163	109	87	140	199	243	259	262	219	206	315	255	205
1989	177	119	99	195	132	316	304	482	309	189	192	370	240
1990	201	142	116	490	338	483	299	408	351	301	190	216	295
1991	127	90	128	133	313	312	297	324	378	283	248	484	260
1992	242	159	202	215	378	394	222	193	261	435	426	312	287
1993	213	134	287	400	457	515	667	288	242	165	209	331	326

Notas. s.i. sin información. En el caso de años con meses sin información se utiliza la media histórica del mes para el cálculo del caudal medio anual.

Tabla 4. Estación NILAHUE EN MAYAY. Caudales Mensuales (m³/s).

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1987	s.i.	44,66	32,49	35,69	29,27	22,85	23,28						
1988	19,84	12,54	12,00	15,98	21,90	33,65	19,28	36,97	24,86	28,24	27,79	26,36	30,13
1989	18,43	13,48	13,54	17,32	18,47	46,43	45,05	57,66	34,26	27,00	27,03	42,89	33,39
1990	24,89	19,64	25,05	55,06	43,26	45,53	36,64	29,70	32,17	33,75	29,28	25,76	33,02
1991	18,03	14,25	15,88	21,61	58,83	28,47	36,67	39,26	38,95	28,08	27,50	68,75	39,91
1992	26,42	16,43	22,07	32,78	53,64	57,83	38,16	36,75	44,33	46,81	63,87	39,82	50,23
1993	30,30	23,99	46,63	57,66	66,49	93,10	88,81	48,68	35,93	31,95	31,19	48,07	45,30
1994	24,49	21,24	16,47	29,46	67,63	77,75	59,01	49,48	58,29	47,28	47,47	44,97	42,28
1995	38,45	21,52	17,95	33,31	46,61	88,19	62,43	46,76	46,62	41,32	35,56	28,61	29,69
1996	19,39	18,26	22,45	29,19	41,77	31,32	34,04	45,20	32,22	31,48	31,38	19,57	46,20
1997	19,26	27,67	13,23	48,76	38,56	69,38	94,05	62,73	46,35	46,19	51,06	37,16	21,10
1998	23,40	16,24	14,10	17,41	20,02	24,35	33,58	38,01	22,26	17,08	14,51	12,24	27,28
1999	11,02	10,37	10,62	9,81	18,27	53,35	26,79	63,16	50,06	27,45	25,66	20,84	38,05
2000	15,75	28,88	19,03	17,47	24,61	90,56	66,66	42,32	38,71	40,50	35,62	36,54	40,85
2001	41,37	27,83	25,37	17,52	58,27	79,42	84,09	46,95	29,33	27,98	28,73	23,31	45,88
2002	17,72	14,68	29,71	25,56	56,40	50,92	42,67	58,72	44,39	96,81	66,24	46,70	37,65
2003	33,78	25,61	16,99	15,03	14,59	95,78	52,51	39,73	46,59	36,71	40,86	33,66	39,11
2004	21,27	15,30	14,78	65,48	19,30	97,87	81,82	31,75	32,23	33,26	30,21	26,01	39,83
2005	18,32	11,97	16,81	16,61	77,34	79,04	53,97	47,15	31,27	24,53	62,97	38,01	44,39
2006	47,67	18,85	18,21	33,71	34,12	80,90	94,58	46,56	44,27	36,11	36,60	41,10	27,10
2007	25,45	16,86	13,87	25,05	18,75	22,68	40,98	24,40	33,78	41,55	32,91	28,88	34,91
2008	24,65	15,16	13,23	15,49	60,81	31,92	67,33	69,20	46,96	26,35	28,91	18,86	35,54
2009	12,69	s.i.	23,28										

El caudal promedio anual en el desagüe del lago Todos Los Santos es de 280 m³/s, con un rango histórico que ha variado entre los 199 m³/s y los 358 m³/s. Las siguientes tablas muestran el promedio, desviación estándar, mínimo y máximo de los caudales mensuales y caudal medio anual de las dos estaciones consideradas.

Tabla 5. Estadísticos Caudales Mensuales (m³/s). Estación PETROHUE DES. L. TODOS LOS SANTOS.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Promedio	204	163	147	188	354	437	405	346	293	270	282	266	280
Desv. Est.	83	61	63	99	125	155	121	127	83	75	86	92	38
Mínimo	98	74	56	51	132	187	222	157	142	165	107	103	199
Máximo	411	348	364	490	725	804	851	790	567	509	496	484	358

Tabla 6. Estadísticos Caudales Mensuales (m³/s). Estación NILAHUE EN MAYAY.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
Promedio	24,2	18,6	19,0	28,6	40,9	60,9	55,2	45,7	38,5	36,6	36,6	33,2	36,5
Desv. Est.	9,2	5,5	8,0	15,7	19,9	26,1	23,0	11,3	8,9	15,6	13,6	12,8	7,7
Mínimo	11,0	10,4	10,6	9,8	14,6	22,7	19,3	24,4	22,3	17,1	14,5	12,2	21,1
Máximo	47,7	28,9	46,6	65,5	77,3	97,9	94,6	69,2	58,3	96,8	66,2	68,8	50,2

4.1.2 Distribución Probabilística de Caudales Mensuales y Probabilidad de Excedencia.

4.1.2.1 Estación Petrohué Des. L. Todos Los Santos.

La frecuencia observada de caudales (o bien probabilidad de excedencia empírica) para los distintos meses se presenta en la siguiente tabla, en que $Q_{95\%}$ por ejemplo es el caudal que se excede el 95% de los años del registro (el registro tiene un total de 43 años). Con el objeto de tener una mejor estimación del caudal para cada probabilidad de excedencia, se ajustaron dos distribuciones de probabilidad. Éstas son la distribución Gamma y la distribución Gumbel. Los caudales asociados a cada probabilidad de excedencia según la distribución Gamma se muestran en la Tabla 8, y según la distribución Gumbel se presentan en la Tabla 9.

Tabla 7. Frecuencia Observada de Caudales Mensuales (m^3/s). Petrohué.

Pex	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q95%	106	90	76	68	200	237	251	187	184	173	153	135
Q85%	120	105	89	105	233	259	297	227	219	191	207	169
Q50%	193	144	135	152	350	416	395	322	286	267	266	266
Q20%	260	228	195	272	451	584	485	443	353	312	338	328
Q10%	345	242	210	345	489	610	543	515	390	359	377	395
Q5%	393	258	258	380	564	697	621	550	431	430	457	412

Tabla 8. Frecuencia de Caudales Mensuales según Distribución Gamma (m^3/s). Petrohué.

Pex	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q95%	89	77	61	60	176	217	228	167	172	160	157	135
Q85%	121	102	84	92	228	281	282	219	209	195	195	174
Q50%	193	155	138	171	339	418	393	330	286	264	273	256
Q20%	269	211	195	263	453	559	502	445	360	330	350	339
Q10%	316	244	230	322	521	643	566	515	403	369	396	389
Q5%	357	275	262	376	582	719	622	577	441	404	436	433

Tabla 9. Frecuencia de Caudales Mensuales según Distribución Gumbel (m^3/s). Petrohué.

Pex	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q95%	96	83	65	59	191	234	246	180	185	173	169	147
Q85%	126	105	87	94	235	289	289	225	215	200	200	179
Q50%	191	153	136	172	334	411	385	325	280	258	267	251
Q20%	264	207	192	260	444	548	492	437	353	324	343	332
Q10%	313	243	228	318	518	639	563	511	401	368	393	386
Q5%	359	277	263	374	588	726	631	582	448	410	442	438

Los caudales calculados con ambas distribuciones son bastante similares, por lo que se optó por utilizar la distribución Gamma por sobre la Gumbel, ya que es más simple y parsimoniosa al tener menos parámetros que calibrar, además de ser conservadora en los caudales asociados a altas probabilidades de excedencia. La siguiente figura

muestra los caudales finales estimados (distribución Gamma) para cada probabilidad de excedencia y cada mes en la estación Petrohué.

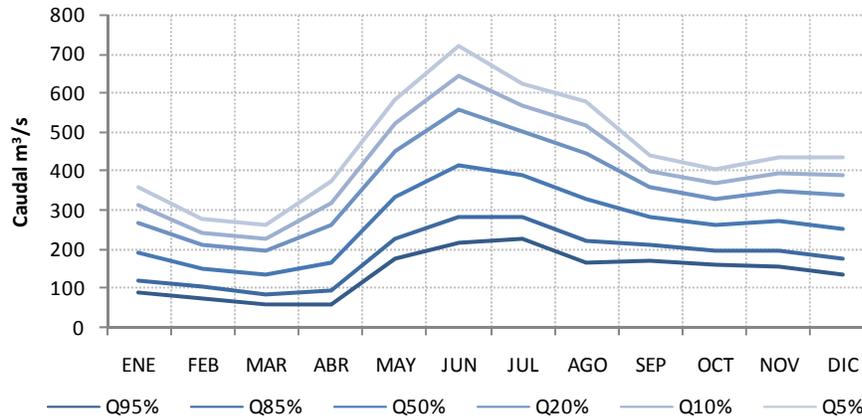


Figura 10. Caudal para cada probabilidad de excedencia según distribución Gamma. Estación Petrohué Des. L. Todos Los Santos.

En la Tabla 10 se muestran los Coeficientes Estacionales de Frecuencia. Estos coeficientes tienen por objeto capturar la estructura estacional y de frecuencia de los caudales mensuales, y se calculan simplemente como la razón entre el caudal estimado para el respectivo mes y probabilidad de excedencia (Tabla 8) y el caudal medio anual.

Tabla 10. Coeficiente Estacional de Frecuencia (m^3/s). Petrohué.

Pex	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q95%	0,32	0,28	0,22	0,21	0,63	0,78	0,82	0,60	0,62	0,57	0,56	0,48
Q85%	0,43	0,36	0,30	0,33	0,82	1,01	1,01	0,78	0,75	0,70	0,70	0,62
Q50%	0,69	0,55	0,49	0,61	1,21	1,50	1,41	1,18	1,02	0,94	0,98	0,92
Q20%	0,96	0,75	0,70	0,94	1,62	2,00	1,80	1,59	1,29	1,18	1,25	1,21
Q10%	1,13	0,87	0,82	1,15	1,86	2,30	2,02	1,84	1,44	1,32	1,42	1,39
Q5%	1,28	0,98	0,94	1,34	2,08	2,57	2,22	2,06	1,58	1,45	1,56	1,55

Estación Nilahue en Mayay.

En la estación *Nilahue en Mayay* también se calcularon los caudales para cada probabilidad según la frecuencia empírica (Tabla 11), distribución Gamma (Tabla 12) y distribución Gumbel (Tabla 13). Al igual que en la estación Petrohué se aprecia una gran similitud en los resultados en las tres formas utilizadas de estimar caudales, por lo que por las mismas razones dadas anteriormente, se optó por utilizar los caudales estimados según el ajuste de la distribución Gamma. La Figura 11 muestra los

caudales estimados de esta manera para cada mes y cada probabilidad de excedencia. La Tabla 14 muestra los Coeficientes Estacionales de Frecuencia de Nilahue, los que se considerarán representativos de los ríos y esteros de la cuenca del río Petrohué que no estén afectados por la regulación del lago Todos Los Santos, es decir para aquellas cuencas que no se ven afectadas por la regulación mensual del lago la estructura estacional de los caudales se será la del río Nilahue.

Tabla 11. Frecuencia Observada de Caudales Mensuales (m^3/s). Nilahue.

Pex	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q95%	13	12	12	15	18	25	27	30	25	25	26	19
Q85%	18	14	13	16	19	32	35	37	32	27	28	21
Q50%	23	18	17	26	41	61	54	46	38	34	31	33
Q20%	29	23	22	34	59	85	76	54	46	41	45	42
Q10%	38	27	25	54	65	93	88	62	47	47	61	46
Q5%	41	28	29	57	68	96	94	63	50	47	64	48

Tabla 12. Frecuencia de Caudales Mensuales según Distribución Gamma (m^3/s). Nilahue.

Pex	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q95%	12	11	9	10	14	24	24	29	25	19	19	16
Q85%	16	13	12	14	21	34	32	34	29	24	24	21
Q50%	23	18	18	26	38	57	52	45	38	35	35	32
Q20%	31	23	24	39	56	82	73	55	46	47	46	43
Q10%	36	26	28	48	69	97	85	61	50	54	53	50
Q5%	40	28	31	55	79	112	97	66	54	60	59	56

Tabla 13. Frecuencia de Caudales Mensuales según Distribución Gumbel (m^3/s). Nilahue.

Pex	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q95%	13	11	11	10	13	23	24	29	26	21	20	16
Q85%	16	13	13	15	21	34	33	34	29	25	24	21
Q50%	23	18	18	26	37	57	51	44	37	34	34	31
Q20%	30	23	23	38	56	82	72	55	46	45	46	43
Q10%	35	26	26	46	68	99	86	63	52	51	53	50
Q5%	40	29	30	53	80	116	99	70	58	58	60	58

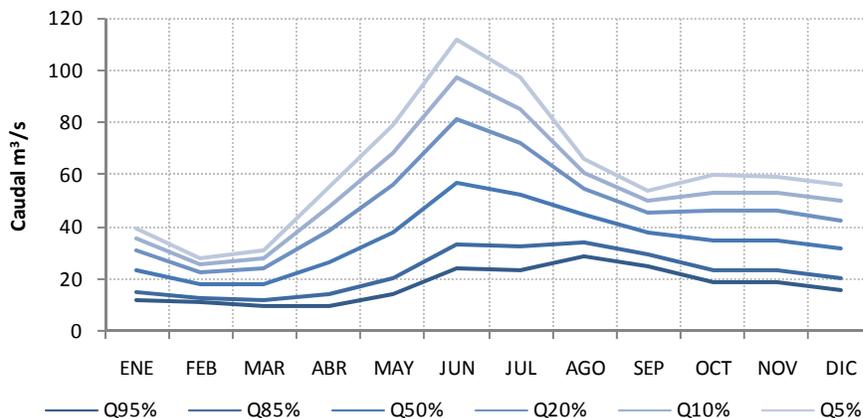


Figura 11. Caudal para cada probabilidad de excedencia según distribución Gamma. Estación Nilahue en Mayay.

Tabla 14. Coeficiente Estacional de Frecuencia (m^3/s). Nilahue.

Pex	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Q95%	0,33	0,30	0,26	0,27	0,38	0,66	0,65	0,79	0,69	0,51	0,51	0,43
Q85%	0,42	0,36	0,33	0,40	0,57	0,92	0,88	0,94	0,80	0,65	0,65	0,57
Q50%	0,63	0,50	0,50	0,72	1,03	1,56	1,42	1,23	1,04	0,96	0,96	0,87
Q20%	0,85	0,63	0,67	1,08	1,54	2,24	1,99	1,50	1,25	1,28	1,27	1,18
Q10%	0,97	0,70	0,76	1,31	1,88	2,67	2,34	1,66	1,37	1,47	1,46	1,36
Q5%	1,09	0,77	0,85	1,52	2,17	3,06	2,66	1,80	1,48	1,63	1,63	1,53

4.2 Análisis Hidrológico en los puntos de las solicitudes

El caudal medio anual unitario de la cuenca del río Petrohué se estimará como el caudal promedio anual medido en el nacimiento del río Petrohué ($280 m^3/s$), dividido por la superficie de la cuenca aportante a ese punto ($2.209 km^2$). El caudal medio anual unitario de la cuenca se estima por lo tanto en $126,6 l/s/km^2$. Este caudal unitario puede considerarse representativo de todos los puntos cuenca, se vean o no afectados por la regulación del lago Todos Los Santos, ya que este efecto deja de ser relevante a escala anual. Por lo tanto el caudal medio anual de cada punto de captación se estimará como el caudal medio anual unitario por la superficie de la cuenca aportante a ese punto.

Por otro lado, para estimar los caudales según probabilidad de excedencia y de forma desagregada según el mes, se procederá de la siguiente manera. En primer lugar se dividirán los puntos de captación en dos grupos. El primer grupo son todos los puntos en que el régimen de caudales se ve afectado por la regulación del lago Todos Los Santos, es decir, equivale a todos los puntos en el río Petrohué. El segundo grupo de

puntos son aquellos en que el régimen no se ve afectado por la regulación del lago, es decir, todos los demás ríos de la cuenca.

Para los puntos de captación de éste último grupo se utilizará el perfil estacional y de frecuencia (Coeficientes Estacionales de Frecuencia) observado en la estación *Nilahue en Mayay*. Los caudales para distintas probabilidades de excedencia y distintos meses se estiman por lo tanto como el caudal medio anual en el punto multiplicado por el coeficiente estacional de frecuencia respectivo.

Por otra parte, para los puntos ubicados en el río Petrohué, se realizará un procedimiento un poco más complejo, ya que estos puntos reciben caudales provenientes del lago Todos Los Santos, y también de las cuencas intermedias aguas abajo del lago, cuyo régimen de caudales no está regulado. El caudal se calculará por lo tanto como el caudal en el desagüe del lago Todos Los Santos más el caudal de las cuencas intermedias, para cada uno de los meses y probabilidad de excedencia. El caudal aportado por las cuencas intermedias se estimará de la misma manera que los puntos del primer grupo.

La Figura 12 muestra los puntos de interés dentro de la cuenca, en cada uno de ellos se estimó la curva de frecuencia de caudales.

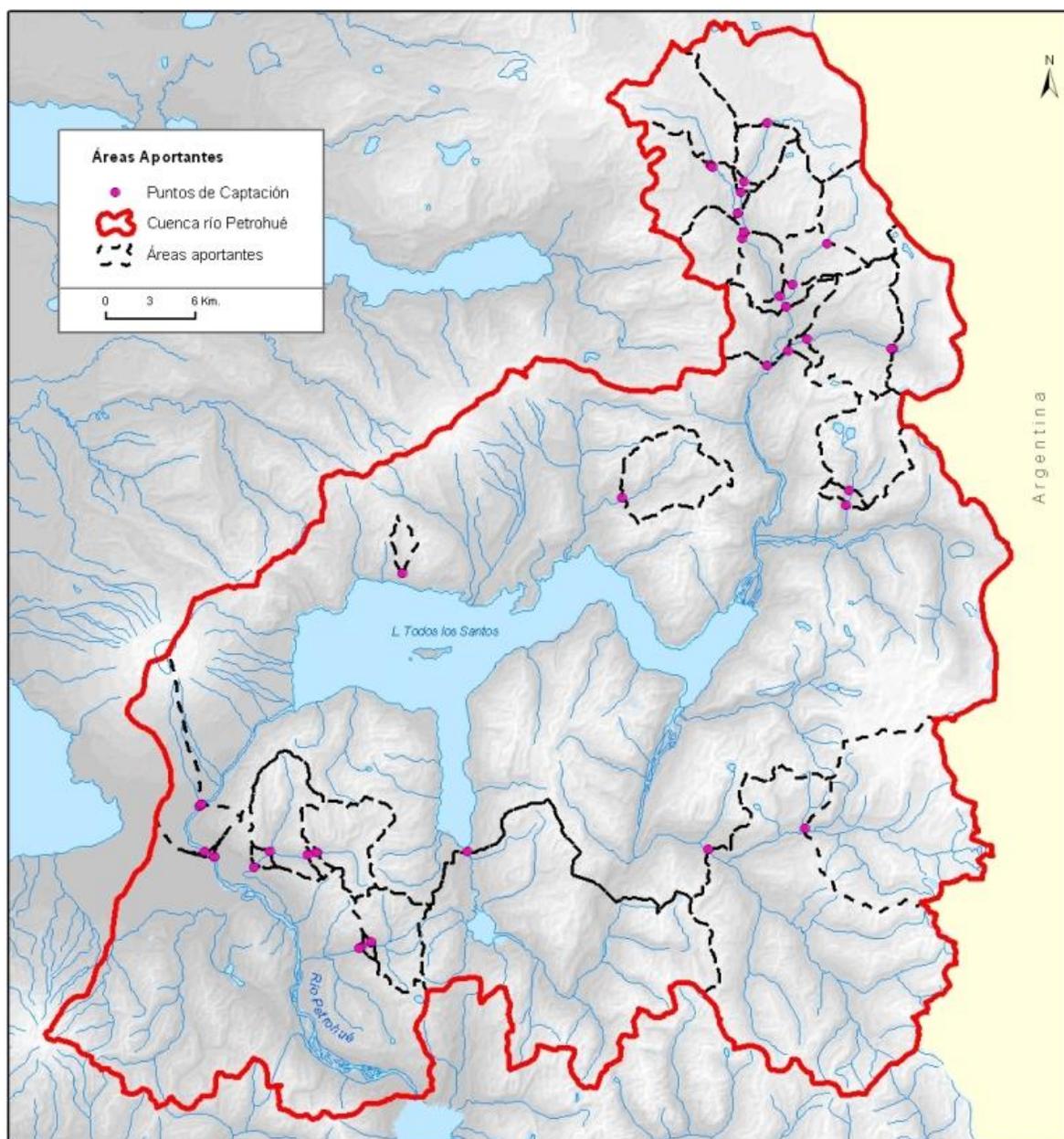


Figura 12. Cuencas aportantes a las solicitudes de derechos no consuntivo.
 Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 15 muestra para cada uno de los puntos de interés el caudal medio anual estimado y el caudal ecológico respectivo. Los caudales para probabilidades de excedencia 20% y 10% se muestran respectivamente en la Tabla 16 y Tabla 17.

Tabla 15. Caudal Medio Anual y Caudal Ecológico en Puntos de Interés.

ID	Expediente	Peticionario	Cauce	Área aportante km ²	Caudal Medio Anual m ³ /s	Caudal Ecológico m ³ /s
1	ND-1003-142	AES Gener S. A.	Negro	241	30,5	6,1
2	ND-1003-142	AES Gener S. A.	León	84	10,6	2,1
3	ND-1003-2252	Exploraciones, Inversiones y Asesorías Huturi S. A.	Blanco	324	41,0	8,2
4	ND-1003-3379	RPI Chile Energías Renovables S. A.	La Junta	30	3,8	0,8
5	ND-1003-3380	RPI Chile Energías Renovables S. A.	Negro	69	8,7	1,7
6	ND-1003-3754	Geosystems Chile Limitada	San Antonio	23	2,9	0,6
7	ND-1003-3766	Hans Rudolf Edgar Ziener Von Bauer y Otro	El Salto	53	6,7	1,3
8	ND-1003-3767	Hans Rudolf Edgar Ziener Von Bauer y Otro	El Salto	54	6,9	1,4
9	ND-1003-3785	Manuel Madrid Aris	Negro	263	33,3	6,7
10	ND-1003-3786	Manuel Madrid Aris	Guías	34	4,3	0,9
11	ND-1003-3787	Manuel Madrid Aris	Petrohué	2251	284,9	57,0
12	ND-1003-3788	Manuel Madrid Aris	San Antonio	22	2,8	0,6
13	ND-1003-3789	Manuel Madrid Aris	El Salto	25	3,1	0,6
14	ND-1003-3790	Manuel Madrid Aris	Petrohué	2287	289,5	57,9
15	ND-1003-3805	Sociedad Agrícola Mesquihue Limitada y José Luis Alberto Maldonado Croquevielle	Cayutue	203	25,8	5,2
16	ND-1003-3818	Manuel Madrid Aris	Negro	142	18,0	3,6
17	ND-1003-3819	Manuel Madrid Aris	Caracol	25	3,2	0,6
18	ND-1003-3820	Manuel Madrid Aris	León	43	5,5	1,1
19	ND-1003-3821	Manuel Madrid Aris	Negro	180	22,9	4,6
20	ND-1003-3891	Enrique Egon Wolff Peña	Sin Nombre	4	0,4	0,1
21	ND-1003-3965	María Eugenia Echegoyen Hormazábal	Petrohué	2251	284,9	57
22	ND-1003-3971	María Eugenia Echegoyen Hormazábal	Guías	34	4,3	0,9
23	ND-1003-3983	Álvaro Francisco Gutiérrez Bahamonde, Ángela Virginia Fuentes Merino	El Salto	25	3,1	0,6
24	ND-1003-3984	Álvaro Francisco Gutiérrez Bahamonde, Ángela Virginia Fuentes Merino	Guías	34	4,3	0,9
25	ND-1003-3985	Álvaro Francisco Gutiérrez Bahamonde, Ángela Virginia Fuentes Merino	San Antonio	22	2,8	0,6
26	ND-1003-3987	RP Global Chile Energías Renovables S. A.	Cascada	34	4,3	0,9
27	ND-1003-3999	Manuel Madrid Aris	Negro	82	10,4	2,1
28	ND-1003-3999	Manuel Madrid Aris	Negro	199	25,2	5
29	ND-1003-4000	Guido Rietta Gonzalez	Blanco	104	13,1	2,6
30	ND-1003-4001	Manuel Madrid Aris	León	82	10,3	2,1
31	ND-1003-4140	Inversiones Las Goteras Ltda.	Petrohué	2251	284,9	57
32	ND-1003-4148	Inversiones Las Goteras Ltda.	El Salto	25	3,1	0,6
33	ND-1003-4149	Inversiones Las Goteras Ltda.	San Antonio	23	2,9	0,6
34	ND-1003-4150	Inversiones Las Goteras Ltda.	Cascada	32	4,1	0,8
35	ND-1003-4151	Inversiones Las Goteras Ltda.	Guías	34	4,3	0,9
36	ND-1003-4159-a	Manuel Madrid Aris	Petrohué	2251	284,9	57
37	ND-1003-4159-b	Manuel Madrid Aris	Petrohué	2285	289,2	57,8
38	ND-1003-4159-c	Manuel Madrid Aris	Petrohué	2287	289,5	57,9
39	ND-1003-4178	Inversiones Las Goteras Ltda.	Caracol	38,0	4,8	1,0
40	ND-1003-4179	Inversiones Las Goteras Ltda.	Negro	164,7	20,9	4,2
41	ND-1003-4180	Inversiones Las Goteras Ltda.	León	42,5	5,4	1,1
42	ND-1003-4181	Inversiones Las Goteras Ltda.	Negro	75,8	9,6	1,9

Tabla 16. Caudal Probabilidad de Excedencia 20%.

ID	Cauce	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Negro	25,9	19,1	20,3	32,8	47,0	68,2	60,8	45,8	38,1	39,0	38,8	35,9
2	León	9,0	6,7	7,1	11,4	16,4	23,8	21,2	16,0	13,3	13,6	13,5	12,5
3	Blanco	34,8	25,7	27,3	44,1	63,2	91,7	81,7	61,6	51,2	52,4	52,2	48,3
4	La Junta	3,2	2,4	2,5	4,1	5,8	8,4	7,5	5,7	4,7	4,8	4,8	4,4
5	Negro	7,4	5,5	5,8	9,4	13,5	19,5	17,4	13,1	10,9	11,2	11,1	10,3
6	San Antonio	2,5	1,8	2,0	3,2	4,5	6,6	5,9	4,4	3,7	3,8	3,7	3,5
7	El Salto	5,7	4,2	4,4	7,2	10,3	14,9	13,3	10,0	8,3	8,5	8,5	7,9
8	El Salto	5,9	4,3	4,6	7,4	10,6	15,4	13,8	10,4	8,6	8,8	8,8	8,1
9	Negro	28,3	20,9	22,2	35,8	51,3	74,5	66,4	50,0	41,6	42,6	42,4	39,2
10	Guías	3,7	2,7	2,9	4,7	6,7	9,7	8,7	6,5	5,4	5,6	5,5	5,1
11	Petrohué	242,7	179,4	189,7	305,8	439,6	635,7	567,0	428,3	355,9	363,6	362,7	335,8
12	San Antonio	2,4	1,8	1,9	3,0	4,4	6,3	5,6	4,2	3,5	3,6	3,6	3,3
13	El Salto	2,6	2,0	2,1	3,4	4,8	7,0	6,2	4,7	3,9	4,0	4,0	3,7
14	Petrohué	247,1	182,9	192,9	310,2	447,0	644,9	575,2	435,6	361,8	369,0	368,5	341,4
15	Cayutue	21,9	16,2	17,1	27,7	39,7	57,6	51,3	38,7	32,2	32,9	32,8	30,3
16	Negro	15,3	11,3	11,9	19,3	27,7	40,2	35,8	27,0	22,5	23,0	22,9	21,2
17	Caracol	2,7	2,0	2,1	3,4	4,9	7,1	6,3	4,7	3,9	4,0	4,0	3,7
18	León	4,6	3,4	3,6	5,9	8,4	12,2	10,9	8,2	6,8	7,0	7,0	6,4
19	Negro	19,4	14,4	15,2	24,6	35,2	51,1	45,5	34,3	28,6	29,2	29,1	26,9
20	Sin Nombre	0,4	0,3	0,3	0,5	0,7	1,0	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
21	Petrohué	242,7	179,4	189,7	305,8	439,6	635,7	567,0	428,3	355,9	363,6	362,7	335,8
22	Guías	3,7	2,7	2,9	4,7	6,7	9,7	8,7	6,5	5,4	5,6	5,5	5,1
23	El Salto	2,6	2,0	2,1	3,4	4,8	7,0	6,2	4,7	3,9	4,0	4,0	3,7
24	Guías	3,7	2,7	2,9	4,7	6,7	9,7	8,7	6,5	5,4	5,6	5,5	5,1
25	San Antonio	2,4	1,8	1,9	3,0	4,4	6,3	5,6	4,2	3,5	3,6	3,6	3,3
26	Cascada	3,7	2,7	2,9	4,7	6,7	9,7	8,6	6,5	5,4	5,5	5,5	5,1
27	Negro	8,9	6,5	6,9	11,2	16,1	23,3	20,8	15,6	13,0	13,3	13,3	12,3
28	Negro	21,4	15,8	16,7	27,1	38,8	56,3	50,2	37,8	31,4	32,2	32,0	29,6
29	Blanco	11,2	8,3	8,8	14,2	20,3	29,4	26,2	19,8	16,4	16,8	16,7	15,5
30	León	8,8	6,5	6,9	11,1	15,9	23,1	20,6	15,5	12,9	13,2	13,2	12,2
31	Petrohué	242,7	179,4	189,7	305,8	439,6	635,7	567,0	428,3	355,9	363,6	362,7	335,8
32	El Salto	2,6	2,0	2,1	3,4	4,8	7,0	6,2	4,7	3,9	4,0	4,0	3,7
33	San Antonio	2,5	1,8	2,0	3,2	4,5	6,6	5,9	4,4	3,7	3,8	3,7	3,5
34	Cascada	3,4	2,5	2,7	4,4	6,3	9,1	8,1	6,1	5,1	5,2	5,2	4,8
35	Guías	3,7	2,7	2,9	4,7	6,7	9,7	8,7	6,5	5,4	5,6	5,5	5,1
36	Petrohué	242,7	179,4	189,7	305,8	439,6	635,7	567,0	428,3	355,9	363,6	362,7	335,8
37	Petrohué	246,9	182,7	192,8	309,9	446,6	644,4	574,7	435,2	361,5	368,7	368,1	341,1
38	Petrohué	247,1	182,9	192,9	310,2	447,0	644,9	575,2	435,6	361,8	369,0	368,5	341,4
39	Caracol	4,1	3,0	3,2	5,2	7,4	10,8	9,6	7,2	6,0	6,2	6,1	5,7
40	Negro	17,8	13,1	13,9	22,5	32,2	46,7	41,6	31,4	26,1	26,7	26,6	24,6
41	León	4,6	3,4	3,6	5,8	8,3	12,1	10,7	8,1	6,7	6,9	6,9	6,3
42	Negro	8,2	6,0	6,4	10,3	14,8	21,5	19,2	14,4	12,0	12,3	12,2	11,3

Tabla 17. Caudal Probabilidad de Excedencia 10%.

ID	Cauce	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1	Negro	29,7	21,5	23,3	40,0	57,3	81,5	71,4	50,6	41,9	44,7	44,6	41,6
2	León	10,4	7,5	8,1	13,9	20,0	28,4	24,9	17,6	14,6	15,6	15,5	14,5
3	Blanco	40,0	28,8	31,3	53,7	77,0	109,5	95,9	68,0	56,3	60,1	59,9	55,9
4	La Junta	3,7	2,7	2,9	4,9	7,1	10,1	8,8	6,3	5,2	5,5	5,5	5,1
5	Negro	8,5	6,1	6,7	11,5	16,4	23,3	20,5	14,5	12,0	12,8	12,8	11,9
6	San Antonio	2,9	2,1	2,2	3,9	5,5	7,9	6,9	4,9	4,0	4,3	4,3	4,0
7	El Salto	6,5	4,7	5,1	8,8	12,5	17,8	15,6	11,1	9,2	9,8	9,8	9,1
8	El Salto	6,7	4,9	5,3	9,0	12,9	18,4	16,1	11,4	9,5	10,1	10,1	9,4
9	Negro	32,4	23,4	25,4	43,6	62,5	88,9	77,9	55,2	45,8	48,8	48,7	45,4
10	Guías	4,2	3,1	3,3	5,7	8,2	11,6	10,2	7,2	6,0	6,4	6,4	5,9
11	Petrohué	278,4	201,2	217,7	372,5	534,7	758,9	664,8	473,4	391,7	417,1	416,3	388,7
12	San Antonio	2,8	2,0	2,2	3,7	5,3	7,6	6,6	4,7	3,9	4,2	4,1	3,9
13	El Salto	3,0	2,2	2,4	4,1	5,9	8,3	7,3	5,2	4,3	4,6	4,6	4,3
14	Petrohué	283,6	205,2	221,4	377,8	543,2	769,5	674,1	481,9	398,4	423,1	422,8	395,1
15	Cayutue	25,1	18,1	19,6	33,8	48,3	68,8	60,3	42,7	35,4	37,8	37,7	35,1
16	Negro	17,5	12,6	13,7	23,6	33,7	48,1	42,1	29,8	24,7	26,4	26,3	24,5
17	Caracol	3,1	2,2	2,4	4,1	5,9	8,4	7,4	5,2	4,3	4,6	4,6	4,3
18	León	5,3	3,8	4,2	7,2	10,3	14,6	12,8	9,1	7,5	8,0	8,0	7,5
19	Negro	22,3	16,1	17,4	30,0	42,9	61,0	53,5	37,9	31,4	33,5	33,4	31,1
20	Sin Nombre	0,4	0,3	0,3	0,6	0,8	1,2	1,1	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6
21	Petrohué	278,4	201,2	217,7	372,5	534,7	758,9	664,8	473,4	391,7	417,1	416,3	388,7
22	Guías	4,2	3,1	3,3	5,7	8,2	11,6	10,2	7,2	6,0	6,4	6,4	5,9
23	El Salto	3,0	2,2	2,4	4,1	5,9	8,3	7,3	5,2	4,3	4,6	4,6	4,3
24	Guías	4,2	3,1	3,3	5,7	8,2	11,6	10,2	7,2	6,0	6,4	6,4	5,9
25	San Antonio	2,8	2,0	2,2	3,7	5,3	7,6	6,6	4,7	3,9	4,2	4,1	3,9
26	Cascada	4,2	3,0	3,3	5,7	8,1	11,6	10,1	7,2	5,9	6,3	6,3	5,9
27	Negro	10,1	7,3	7,9	13,6	19,5	27,8	24,4	17,3	14,3	15,3	15,2	14,2
28	Negro	24,5	17,7	19,2	33,0	47,2	67,2	58,9	41,7	34,6	36,9	36,8	34,3
29	Blanco	12,8	9,2	10,0	17,2	24,7	35,1	30,8	21,8	18,1	19,3	19,2	17,9
30	León	10,1	7,3	7,9	13,5	19,4	27,6	24,2	17,1	14,2	15,2	15,1	14,1
31	Petrohué	278,4	201,2	217,7	372,5	534,7	758,9	664,8	473,4	391,7	417,1	416,3	388,7
32	El Salto	3,0	2,2	2,4	4,1	5,9	8,3	7,3	5,2	4,3	4,6	4,6	4,3
33	San Antonio	2,9	2,1	2,2	3,9	5,5	7,9	6,9	4,9	4,0	4,3	4,3	4,0
34	Cascada	4,0	2,9	3,1	5,3	7,6	10,8	9,5	6,7	5,6	6,0	5,9	5,5
35	Guías	4,2	3,1	3,3	5,7	8,2	11,6	10,2	7,2	6,0	6,4	6,4	5,9
36	Petrohué	278,4	201,2	217,7	372,5	534,7	758,9	664,8	473,4	391,7	417,1	416,3	388,7
37	Petrohué	283,3	205,0	221,2	377,5	542,8	768,9	673,6	481,4	398,0	422,8	422,4	394,8
38	Petrohué	283,6	205,2	221,4	377,8	543,2	769,5	674,1	481,9	398,4	423,1	422,8	395,1
39	Caracol	4,7	3,4	3,7	6,3	9,0	12,9	11,3	8,0	6,6	7,1	7,1	6,6
40	Negro	20,4	14,7	15,9	27,4	39,2	55,8	48,9	34,6	28,7	30,7	30,6	28,5
41	León	5,3	3,8	4,1	7,1	10,1	14,4	12,6	8,9	7,4	7,9	7,9	7,3
42	Negro	9,4	6,8	7,3	12,6	18,0	25,7	22,5	15,9	13,2	14,1	14,1	13,1

5 ANÁLISIS DEL CAUDAL ECOLÓGICO Y LA NORMA DE LA RESERVA: SU APLICACIÓN PARA MANTENER EL RÍO

En la legislación chilena, el caudal ecológico está limitado a un valor máximo definido por el Código de Aguas que corresponde al 20% del caudal medio anual. Para casos excepcionales, en el mismo código se indica que el Presidente de la República tiene la atribución para definir un caudal ecológico distinto al recién señalado, no pudiendo sobrepasar el valor de 40% del caudal medio anual, de acuerdo a Ley 20.017, artículo 129 bis 1 Código de Aguas.

Aunque recién se crea en la legislación el año 2005, este instrumento se aplica desde finales de los 90 con el objetivo final de conservar los ecosistemas de aguadulce. Sobre la efectividad de este instrumento se ha discutido en diversas publicaciones tal como lo plantea Jammet y Rodrigues (2005) en la publicación "Evaluación de del Instrumento Caudal Ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil". En efecto, los autores plantean que en muchos casos lo que se denomina caudal ecológico corresponde en la realidad a un caudal mínimo. El caudal ecológico tendría como propósito la conservación de ecosistemas específicos y el caudal mínimo es apenas el límite inferior de un caudal que puede ser mantenido dentro del cauce de un río para que se alcancen otros tipos de intereses de protección.

El método considerado en la ley chilena para la fijación de caudales ecológico se basa entonces en la hidrología del río, y considera este valor como un porcentaje del caudal medio anual. Este método hidrológico tiene como supuesto base que los organismos del ecosistema ribereño están adaptados a las variaciones estacionales, y recoge el método desarrollado por Tennant. Este investigador realizó experimentos en 11 arroyos ubicados en Nebraska, Montana y Wyoming, con el objetivo de encontrar una relación entre el caudal estacional, como porcentaje del caudal medio anual, y la disponibilidad de hábitat para la biota acuática. Sus resultados señalaron que el hábitat comienza a degradarse con caudales menores al 10% del caudal medio anual, asociado a velocidades inferiores a 0,25 m/s y una profundidad media de 0,3 m. La aplicación en Chile ha sido sin evaluar realmente la pérdida de hábitat de peces y se ha extrapolado desde la situación investigada por Tennant. Situación que de ninguna

forma considera al ecosistema, sino que solamente peces. Siendo así, la medida resulta de base insatisfactoria para la conservación de los ecosistemas del río.

Por otra parte, no existe en Chile regulación de otros aspectos tan relevantes como el caudal para conseguir el propósito de conservación: normas para gestión del uso del cauce, conservación de riberas, mantención de vegetación ribereña, entre otros. Esto hace que aunque se cumpla un caudal ecológico, la conservación de ecosistemas pueda no ser posible.

Por otra parte, la posibilidad de mantener caudales ecológicos sólo existe respecto de aquellos ríos en que queden derechos de agua sin otorgar a partir del año 2005, es decir, tan sólo unos pocos ríos en las regiones más australes del país. Por esto mismo, el río Petrohué es un caso en que se podría aplicar caudal ecológico, y en efecto, este constituye un instrumento que se analiza a continuación para efectos de determinar sus posibilidades en la conservación del río, en cuanto al caudal solamente.

5.1 El caudal ecológico: una medida poco efectiva para la conservación del río

En la Figura 13 se muestra el valor medio del caudal de acuerdo a la estación Petrohué en Desembocadura Lago Todos Los Santos, así como el rango mínimo y máximo, además del caudal ecológico máximo posible de establecer por la DGA, que en este caso es el 20% del caudal medio anual. La estación Petrohué en Desembocadura Lago Todos Los Santos será, para efectos de este capítulo, el punto de referencia que representa los caudales en el río Petrohué. Como se observa, el caudal ecológico es, en la mayoría de los casos, menor incluso al mínimo histórico.

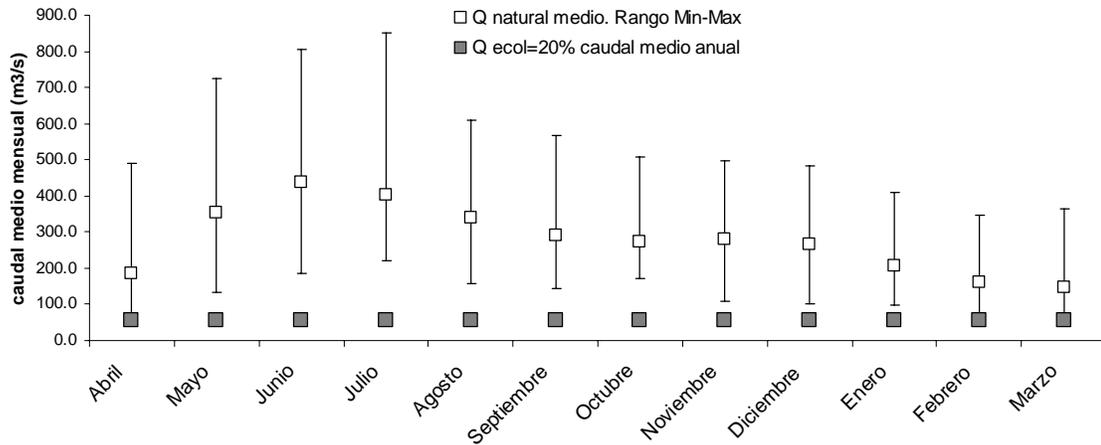


Figura 13. Valores medios mensuales y rango mínimo y máximo de la serie de caudales mensuales en el punto de referencia.

En la Figura 14 se muestran las series de caudales y como se aprecia el río Petrohué se modificaría totalmente en el caso de mantener el caudal ecológico máximo permitido por la DGA, correspondiente al 20% del caudal medio anual. En efecto, con caudal ecológico calculado de esta forma el río se conserva menos del 1 % del tiempo (0,4%) en condiciones equivalentes a la del río natural. Si el caudal ecológico fuera el 40% del caudal medio anual, la situación cambia parcialmente (ver Figura 15) y en ese caso el río se conserva el 8% del tiempo.

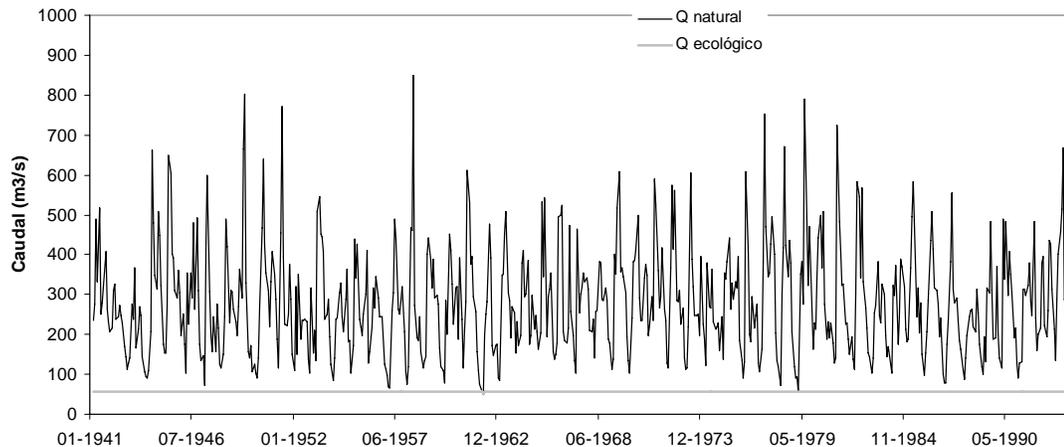


Figura 14. Serie de caudales mensuales en el punto de referencia y serie de caudal ecológico en el mismo punto, calculado como el 20% del caudal medio anual por mes.

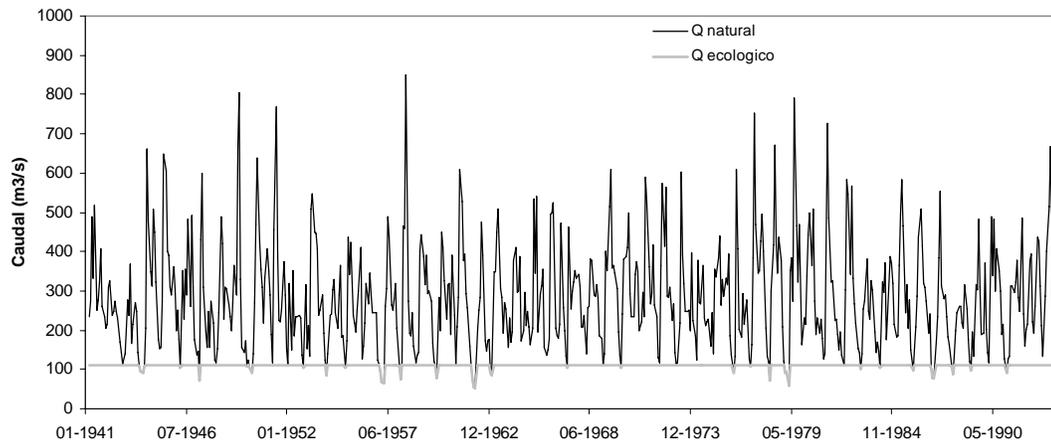


Figura 15. Serie de caudales mensuales estación Petrohué en Desembocadura Lago Todos Los Santos y serie de caudal ecológico en el mismo punto, calculado como el 40% del caudal medio anual por mes.

A continuación, se calculó la distribución probabilística del caudal natural y del caudal ecológico, como se muestra en la Figura 16. Se observa que con un caudal ecológico del 40% del caudal medio anual, no se observarían en el río caudales superiores a 115 m³/s, monto de alta frecuencia en la serie de caudal natural. En efecto, este valor en el río se da con una probabilidad de excedencia del 90% aproximadamente

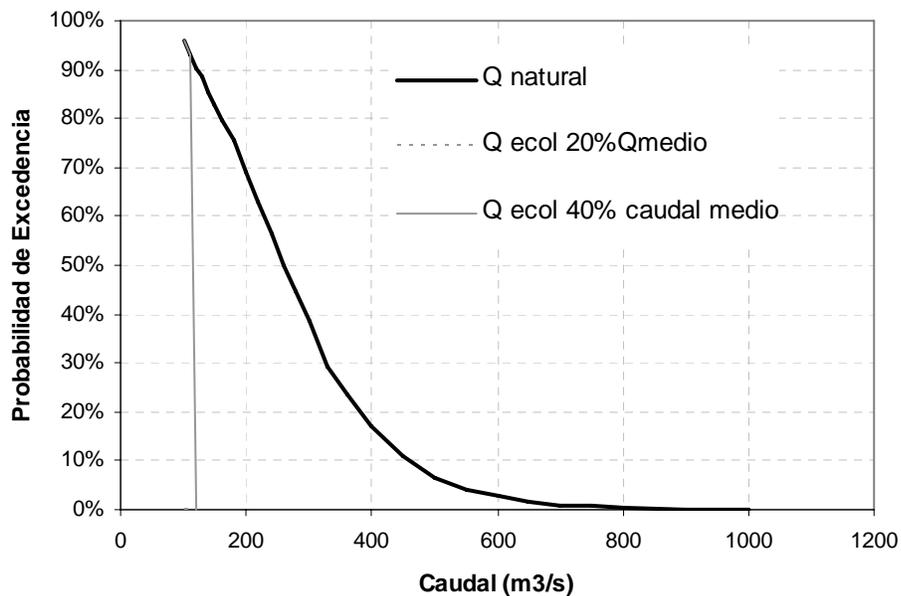


Figura 16. Probabilidad de excedencia de caudal para las series del río, y del caudal ecológico en el punto de referencia.

Desde el punto de vista de la conservación del río, el desempeño del caudal ecológico no se vislumbra muy satisfactorio y siendo así, en este caso esta medida es de poco impacto en la conservación ambiental del río, ya que como se observó en la figura anterior, estos valores son casi siempre excedidos en la distribución normal del cauce. En efecto, aún aplicando los valores máximos permitidos por la norma, el caudal ecológico no permite conservar en el régimen de caudales completamente la magnitud, la frecuencia y la duración. Todos estos aspectos son señalados tanto por Poff et. al. (1997) como por Díez-Hernández (2005) como los elementos claves para asegurar mantención de ecosistemas y preservación ambiental.

En específico, Díez-Hernández (2005) citando a varios autores señala las alteraciones que provocan modificaciones significativas en los ríos, asociados a aprovechamientos hidroeléctricos o en general a cualquier tipo de intervención que opere de manera similar: la magnitud y frecuencia de los caudales extremos provocados por cambios súbitos afectan dañinamente a muchos organismos que son arrastrados durante los caudales máximos o quedan aislados en seco durante los caudales mínimos; favorecen la instalación de especies generalistas que pueden desplazar a las nativas; pueden romper el ciclo vital de algunas especies; propician el desarrollo excesivo de algas; y modifican el sustrato.

En cuanto a las alteraciones en la duración del caudal, el alargamiento del período de caudales bajos limita el hábitat disponible e incrementa la concentración de organismos acuáticos; reduce el refugio proporcionado por la cobertura vegetal, y rompe la conexión entre el cauce y los márgenes; por su parte, el alargamiento del período de inundación modifica la composición del bosque ribereño y reduce las zonas de rápidos para los peces.

En resumen, el caudal ecológico calculado aún con los valores máximos permitidos en la ley chilena presenta tantos inconvenientes, que no asegura en ningún caso una conservación del río pues las cuantías de caudal ecológico son bajas y destruye la estructura hidrológica del río. Y sumado a esto no asegura la mantención de ecosistemas y hábitat, pues se calcula en base a procedimientos hidrológicos sin evaluación de pérdida de hábitat y con métodos desarrollados para otras realidades que no persiguen siquiera el objetivo de conservación de ecosistemas. Además, permite alteraciones no reguladas ambientalmente de cauces, de ribera, y de otros aspectos tan importantes para la mantención de ecosistemas como el caudal, y alteran características tan esenciales del régimen como magnitud, duración, y frecuencia.

5.2 Reserva de caudal para fines de interés nacional

En la ley 20.017 que modificó el Código de Aguas se consignó una norma en la que se le da atribución al Presidente de la República para que bajo ciertas condiciones reserve recursos hídricos. El inciso 3° del Artículo 147 bis del Código de Aguas señala:

“Asimismo, cuando sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua, o bien, tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional, el Presidente de la República, podrá mediante decreto fundado, con informe de la Dirección General de Aguas, disponer la denegación parcial de una petición de derecho de aprovechamiento. Este decreto se publicará por una sola vez en el Diario Oficial, el día primero o quince de cada mes, o el primer día hábil inmediatamente siguiente si aquellos fueran feriados”.

Entonces, el Presidente de la República mediante Decreto Supremo puede denegar parcialmente una petición de derecho de aprovechamiento de aguas, si concurren algunas de las siguientes situaciones:

- que sea necesario reservar el recurso para el abastecimiento de la población por no existir otros medios para obtener el agua.
- tratándose de solicitudes de derechos no consuntivos y por circunstancias excepcionales y de interés nacional.

Tal denegación de la solicitud de derecho de aprovechamiento, se deberá materializar mediante un decreto fundado, respaldado técnicamente por un informe de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas.

En lo que respecta a las circunstancias excepcionales y de interés nacional, no existe base en la ley para establecer el marco técnico que defina el ámbito de aplicación, pues este es discrecional, ajustándose cada vez a criterios de oportunidad, mérito o conveniencia. En un contexto amplio, se ha considerado pertinente utilizar el término de Interés Nacional indistintamente para hacer referencia a la importancia o conveniencia de zonas específicas del país asociadas a algún interés de tipo colectivo relacionadas con los ámbitos económico, territorial, social, cultural, ambiental, geopolítico e incluso de tipo moral que compromete a la nación.

Otra definición está relacionada con aquellas áreas del país, asociadas a las distintas aspiraciones y prioridades que presenta la nación para su desarrollo actual y futuro. Desde este punto de vista, la definición del caudal de reserva puede ser utilizada en el caso de conservación ambiental y desarrollo local en la cuenca del río Petrohué, pues es de interés nacional para el Estado de Chile apoyar desde los derechos de aprovechamiento de recursos hídricos, el desarrollo ambiental y turístico de los territorios que el Estado ha protegido a través de diferentes instrumentos.

Sintetizando lo señalado en el Capítulo 2, la cuenca del río Petrohué es de interés nacional para efectos de la aplicación del inciso 3° del Artículo 147 bis del Código de Aguas debido a que:

- Es una de las pocas cuencas en Chile que no presenta grandes derechos de aprovechamiento de aguas otorgados. En este sentido, es una de las pocas que mantiene su régimen natural casi inalterado, lo cual brinda una oportunidad de gestión ambiental desde el punto de vista de los recursos hídricos.
- La mayor parte de la cuenca (aprox. 90%) forma parte del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, el cual se caracteriza por ser el primer Parque Nacional constituido en Chile y por su bosque nativo en excelente estado de conservación y donde se destaca la presencia del Alerce, especie endémica y monumento natural en Chile desde 1976.
- El Parque Nacional está protegido además por la “Convención para la Protección de la flora, la fauna y las bellezas escénicas naturales de América” (“Convención de Washington”) ratificada el año 1967 por Chile (Decreto 531) teniendo rango de ley, y en la cual se acuerda en su artículo N° 3 no permitir la explotación de las riquezas existentes en sus parques nacionales con fines comerciales, prohibiéndose la destrucción o alteración de su flora y fauna a menos que se con un plan de manejo pero sólo con fines de investigación científica
- Es un destino turístico consolidado, con más de 200 mil visitas anuales, y atractivos turísticos donde sobresalen los Saltos del Petrohué.
- Está incluida en las rutas Interlagos (MOP) y el Sendero de Chile, las cuales tienen como propósito impulsar el desarrollo de actividades ligadas al turismo, la educación ambiental y la conectividad, depositando en las poblaciones locales un rol protagónico.

- Contribuiría con el eje de desarrollo regional “Sustentabilidad Regional” y se enmarcaría dentro del Programa Regional “Sistema Regional de Áreas Protegidas Públicas y Privadas” que define la Estrategia de Desarrollo Regional.
- Forma parte de la Reserva de la Biosfera propuesta por el Gobierno de Chile y ratificada por la UNESCO denominada “Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes”, con la cual se busca tender a una relación racional y sustentable de los recursos naturales con las actividades antrópicas en el área que comprende.

5.3 Procedimiento técnico para definir caudal de reserva para conservación ambiental. Aplicación en la cuenca del río Petrohué

En el Capítulo 5.1, se señalaron los inconvenientes que tiene el caudal ecológico como medio para lograr la conservación ambiental, en especial, en la cuenca del río Petrohué. El principal de ellos es sin duda el monto, pues aún aplicando el equivalente al 40% del caudal medio anual, este resulta bajísimo. La reserva por su parte, no tiene límites relacionados a un caudal específico.

A continuación, se señala un procedimiento para normar la aplicación del instrumento de caudal de reserva, bajo la premisa de que existe la circunstancia excepcional y el interés nacional.

Como procedimiento para fijar el monto de caudal a reservar se estimaron los siguientes principios:

- De acuerdo a la ley, existe en el río un caudal ecológico.
- Se busca encontrar un caudal de conservación ambiental, definido por la suma del caudal ecológico, que para este caso será el 20% del caudal medio anual más el de reserva por interés nacional, que es el tramo comprendido entre el caudal ecológico y el 20 % de probabilidad de excedencia. Esto permitirá mantener la mayor parte del tiempo, en su condición natural, la distribución de caudales en la cuenca (área gris en la Figura 17) y de esta manera mantener prácticamente inalterada la magnitud, frecuencia, y duración del régimen.
- La disponibilidad de caudales para constituir derechos de aprovechamiento de aguas, será el tramo comprendido entre 20% y el 10% de probabilidad de

excedencia. El caudal de reserva fija disponibilidad real a partir del valor de reserva (área de disponibilidad en la Figura 17).

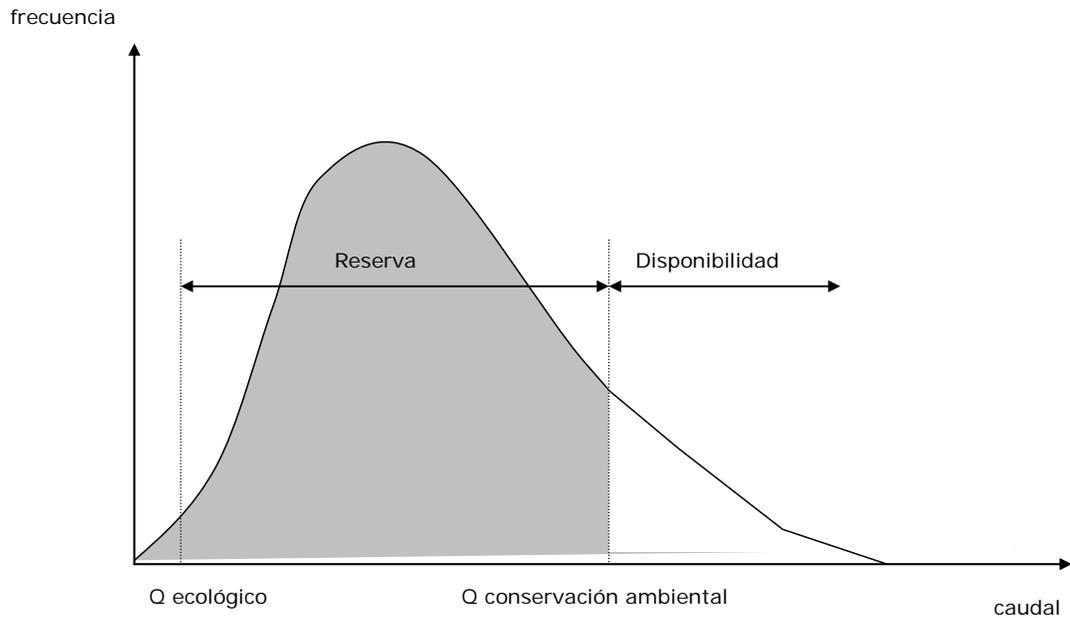


Figura 17. Procedimiento para definir reserva (incluyendo caudal ecológico) para conservación ambiental y disponibilidad.

La Figura 18 muestra la comparación entre el régimen natural y el régimen en caso de aplicar la reserva por sobre el caudal ecológico. A nivel mensual (Figura 19), se observa que la distribución del régimen natural se trunca en el valor de probabilidad de excedencia del 20%, con lo que la reserva resulta ser efectiva para la mantención del río Petrohué.

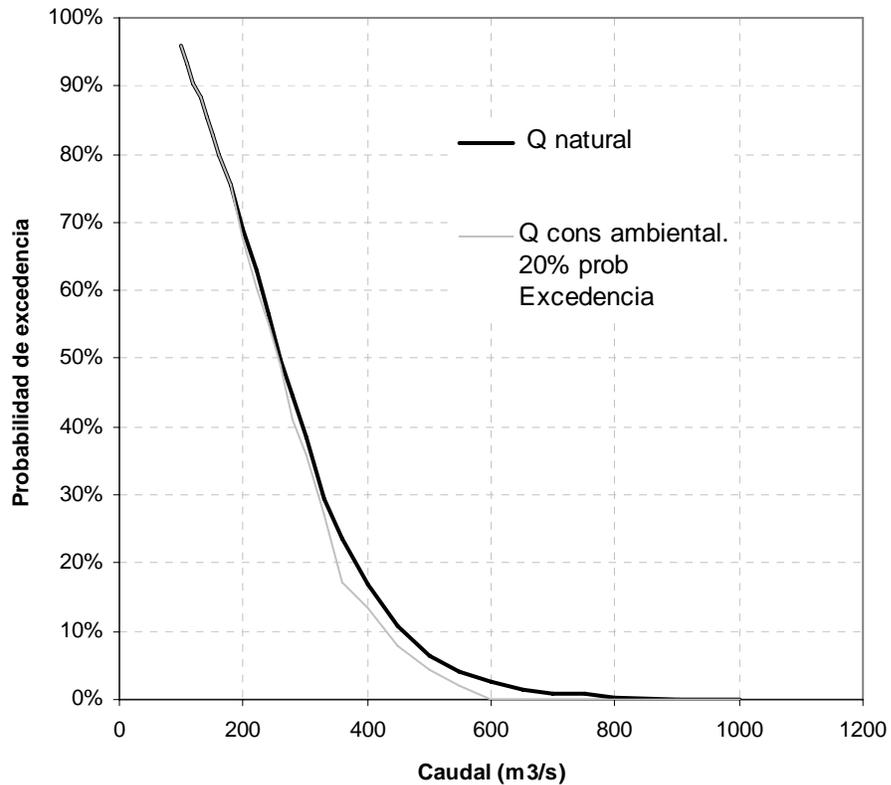


Figura 18. Distribución de probabilidad del río Petrohué en el punto de referencia en condiciones naturales y considerando un caudal de conservación ambiental equivalente al de 20% de probabilidad de excedencia en condiciones naturales.

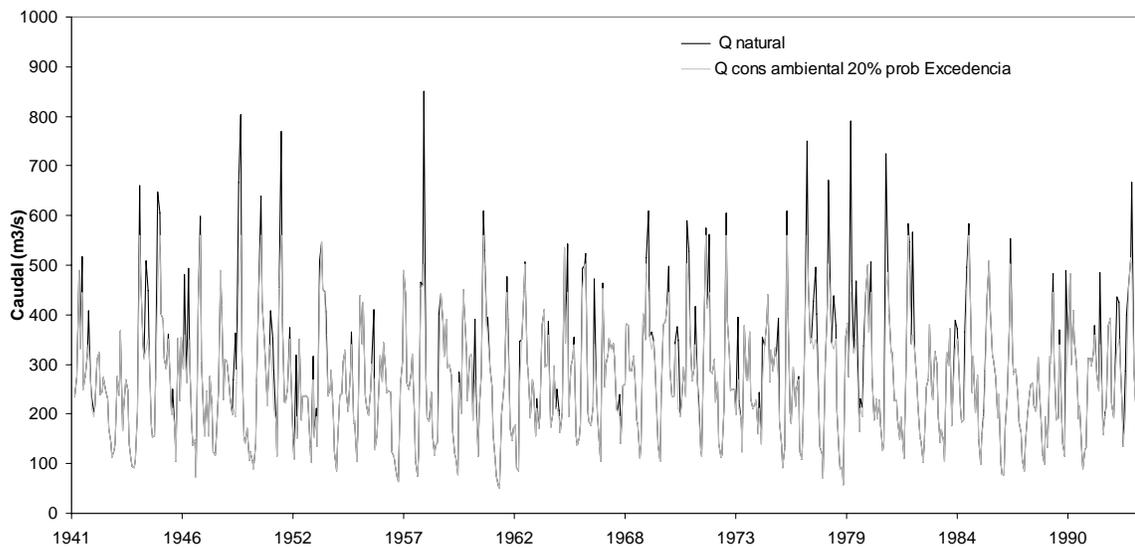


Figura 19. Serie de caudales mensuales en el punto de referencia y serie de caudal de conservación ambiental en el mismo punto, calculado como el valor mensual de probabilidad de excedencia 20%.

A nivel mensual, y para el punto de referencia, se presenta en la Figura 20 los valores de caudal ecológico (considerado como el 20% del caudal medio anual), el de reserva

y el de disponibilidad para constituir derechos no consuntivos. Los valores se presentan en la Tabla 18.

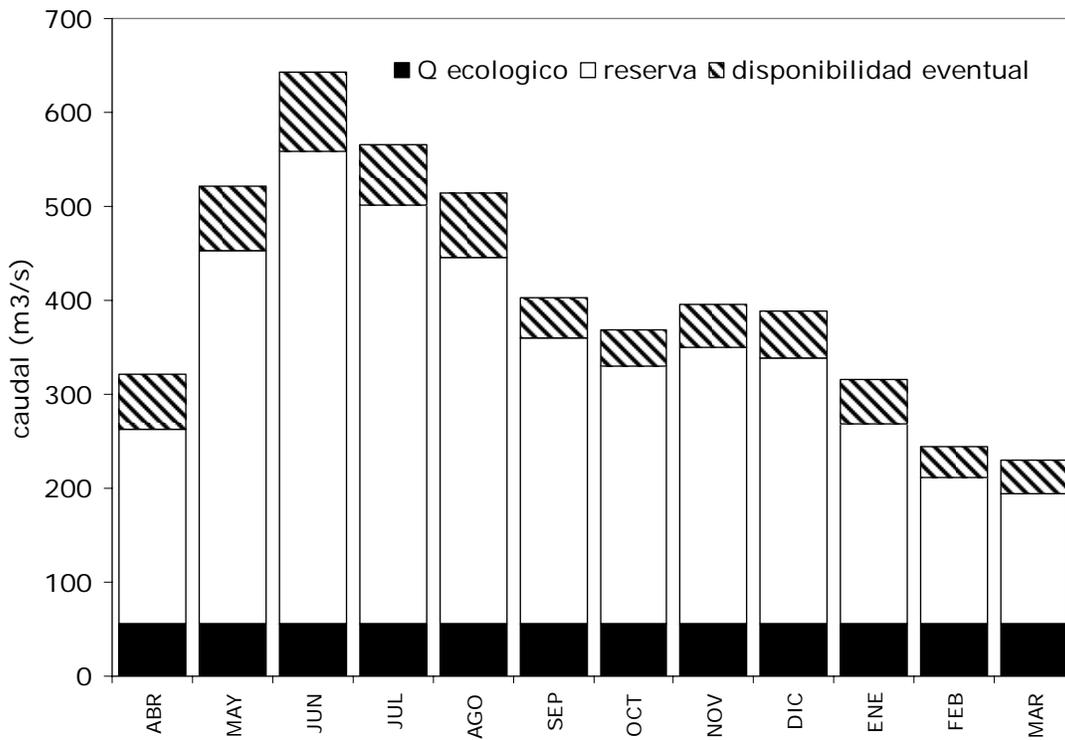


Figura 20. Caudal ecológico, de reserva y de disponibilidad eventual en el punto de referencia.

Tabla 18. Caudal ecológico, de reserva y de disponibilidad eventual en el desagüe del lago Todos los Santos.

Meses	Caudal (m³/s)		
	Ecológico	Reserva	Disponibilidad eventual
Abril	56	207	59
Mayo	56	397	68
Junio	56	503	84
Julio	56	446	64
Agosto	56	389	70
Septiembre	56	304	43
Octubre	56	274	39
Noviembre	56	294	46
Diciembre	56	283	50
Enero	56	213	47
Febrero	56	155	33
Marzo	56	139	35

6 DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES ECOLÓGICO, DE RESERVAS Y DISPONIBILIDAD PARA LAS SOLICITUDES UBICADAS EN LA CUENCA

6.1 Caudal ecológico, de reserva y disponibilidad eventual

De acuerdo al procedimiento descrito en el punto 5.3 y considerando que existen varias solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas de carácter no consuntivo en tramitación, el procedimiento para determinar el caudal a reservar, es el descrito en dicho capítulo.

Cabe destacar que se observan varias solicitudes idénticas, tanto en el caudal solicitado como en el punto de captación. Por lo tanto, para generar la reserva en el punto solicitado, basta con calcular el caudal de reserva sólo para una solicitud y las siguientes que solicitan captar en el mismo punto, se verán gravadas de igual forma.

De esta manera, el listado de solicitudes que serán denegadas parcialmente es el que se presenta en la Tabla 19:

Tabla 19. Solicitudes que serán denegadas parcialmente.

N°	EXPEDIENTE	PETICIONARIO	FUENTE	CAUDAL SOLICITADO		CAPTACION UTM (m)		RESTITUCION UTM (m)	
				PERM. (m ³ /s)	EVEN. (m ³ /s)	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
1	ND-1003-142	AES Gener S. A.	Negro	26,000	0	5.467.400	753.400	5.463.800	752.600
2	ND-1003-142	AES Gener S. A.	León	12,000	0	5.464.400	753.300	5.463.800	752.600
3	ND-1003-2252	Exploraciones, Inversiones y Asesorías Huturi S. A.	Blanco	80,000	0	5.431.350	745.700	5.432.800	741.000
4	ND-1003-3379	RPI Chile Energías Renovables S. A.	La Junta	6,000	0	5.455.350	741.500	5.454.050	738.950
5	ND-1003-3380	RPI Chile Energías Renovables S. A.	Negro	14,000	0	5.479.810	753.000	5.476.175	751.260
6	ND-1003-3754	Geosystems Chile Limitada	San Antonio	4,500	0	5.426.340	722.000	5.425.920	719.080
7	ND-1003-3767	Hans Rudolf Edgar Ziener Von Bauer y Otro	El Salto	2,600	0	5.432.190	715.170	5.431.280	714.400
8	ND-1003-3785	Manuel Madrid Aris	Negro	200,000	0	5.463.550	751.850	5.456.500	751.950
9	ND-1003-3786	Manuel Madrid Aris	Guías	50,000	0	5.477.250	749.000	5.473.950	750.575
10	ND-1003-3787	Manuel Madrid Aris	Petrohué	400,000	0	5.436.700	711.900	5.433.500	711.900
11	ND-1003-3790	Manuel Madrid Aris	Petrohué	400,000	0	5.433.100	712.550	5.428.000	717.650
12	ND-1003-3805	Sociedad Agrícola Mesquihue Limitada y José Luis Alberto Maldonado Croquevielle	Cayutúe	0,495	0	5.432.305	729.517	5.432.540	729.428
13	ND-1003-3818	Manuel Madrid Aris	Negro	90,000	0	5.473.860	750.578	5.472.163	750.763
14	ND-1003-3819	Manuel Madrid Aris	Caracol	50,000	0	5.471.453	756.427	5.468.867	753.944
15	ND-1003-3820	Manuel Madrid Aris	León	60,000	0	5.464.065	760.380	5.465.137	754.625
16	ND-1003-3821	Manuel Madrid Aris	Negro	100,000	0	5.472.163	750.762	5.468.118	753.040
17	ND-1003-3891	Enrique Egon Wolff Peña	Sin Nombre	0,100	0	5.451.274	726.466	5.450.717	726.346
18	ND-1003-3987	RP Global Chile Energías Renovables S. A.	Cascada	10,000	0	5.453.782	756.480	5.452.433	756.422
19	ND-1003-3999	Manuel Madrid Aris	Negro	80,000	0	5.475.300	750.900	5.473.875	750.625
20	ND-1003-3999	Manuel Madrid Aris	Negro	80,000	0	5.468.127	753.041	5.465.472	753.034
21	ND-1003-4000	Guido Rietta González	Blanco	80,000	0	5.432.300	752.250	5.431.300	745.775
22	ND-1003-4001	Manuel Madrid Aris	León	80,000	0	5.465.136	754.640	5.465.472	753.034
23	ND-1003-4148	Inversiones Las Goteras Ltda.	El Salto	7,000	0	5.432.790	718.775	5.432.700	715.550
24	ND-1003-4159-b	Manuel Madrid Aris	Petrohué	100,000	0	5.433.500	711.900	5.433.100	712.550
25	ND-1003-4178	Inversiones Las Goteras Ltda.	Caracol	12,000	0	5.468.844	753.923	5.467.769	753.167
26	ND-1003-4179	Inversiones Las Goteras Ltda.	Negro	51,000	0	5.472.550	750.920	5.467.769	753.167

El caudal ecológico a respetar para cada una de las solicitudes indicada anteriormente, correspondiente al 20% del caudal medio anual se presenta en la Tabla 20:

Tabla 20: Caudales ecológicos a respetar aguas abajo de la captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.

N°	EXPEDIENTE	PETICIONARIO	FUENTE	CAPTACION UTM (m) PSAD 1956 h18		Caudal medio anual (m ³ /s)	Caudal Ecológico (m ³ /s)
				NORTE	ESTE		
1	ND-1003-142	AES Gener S. A.	Negro	5.467.400	753.400	30,50	6,10
2	ND-1003-142	AES Gener S. A.	León	5.464.400	753.300	10,60	2,10
3	ND-1003-2252	Exploraciones, Inversiones y Asesoráis Huturi S. A.	Blanco	5.431.350	745.700	41,00	8,20
4	ND-1003-3379	RPI Chile Energías Renovables S. A.	La Junta	5.455.350	741.500	3,80	0,80
5	ND-1003-3380	RPI Chile Energías Renovables S. A.	Negro	5.479.810	753.000	8,70	1,70
6	ND-1003-3754	Geosystems Chile Limitada	San Antonio	5.426.340	722.000	2,90	0,60
7	ND-1003-3767	Hans Rudolf Edgar Ziener Von Bauer y Otro	El Salto	5.432.190	715.170	6,90	1,40
8	ND-1003-3785	Manuel Madrid Aris	Negro	5.463.550	751.850	33,30	6,70
9	ND-1003-3786	Manuel Madrid Aris	Guías	5.477.250	749.000	4,30	0,90
10	ND-1003-3787	Manuel Madrid Aris	Petrohué	5.436.700	711.900	284,90	57,00
11	ND-1003-3790	Manuel Madrid Aris	Petrohué	5.433.100	712.550	289,50	57,90
12	ND-1003-3805	Sociedad Agrícola Mesquihue Limitada y José Luis Alberto Maldonado Croquevielle	Cayutue	5.432.305	729.517	25,80	5,20
13	ND-1003-3818	Manuel Madrid Aris	Negro	5.473.860	750.578	18,02	3,60
14	ND-1003-3819	Manuel Madrid Aris	Caracol	5471.453	756.427	3,16	0,63
15	ND-1003-3820	Manuel Madrid Aris	León	5.464.065	760.380	5,48	1,10
16	ND-1003-3821	Manuel Madrid Aris	Negro	5.472.163	750.762	22,89	4,58
17	ND-1003-3891	Enrique Egon Wolff Peña	Sin Nombre	5.451.274	726.466	0,40	0,10
18	ND-1003-3987	RP Global Chile Energías Renovables S. A.	Cascada	5.453.782	756.480	4,30	0,90
19	ND-1003-3999	Manuel Madrid Aris	Negro	5.475.300	750.900	10,40	2,10
20	ND-1003-3999	Manuel Madrid Aris	Negro	5.468.127	753.041	25,20	5,00
21	ND-1003-4000	Guido Rietta Gonzalez	Blanco	5.432.300	752.250	13,10	2,60
22	ND-1003-4001	Manuel Madrid Aris	León	5.465.136	754.640	10,30	2,10
23	ND-1003-4148	Inversiones Las Goteras Ltda.	El Salto	5.432.790	718.775	3,10	0,60
24	ND-1003-4159-b	Manuel Madrid Aris	Petrohué	5.433.500	711.900	289,20	57,80
25	ND-1003-4178	Inversiones Las Goteras Ltda.	Caracol	5.468.844	753.923	4,8	1,0
26	ND-1003-4179	Inversiones Las Goteras Ltda.	Negro	5.472.550	750.920	20,9	4,2

Los caudales de reserva a respetar en cada punto de captación de las solicitudes se indican en la Tabla 21:

Tabla 21. Caudales de reserva (m³/s) a respetar en cada punto de captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.

N°	EXPEDIENTE	FUENTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1003-142	Negro	19,8	13,0	14,2	26,7	40,9	62,1	54,7	39,7	32,0	32,9	32,7	29,8
2	ND-1003-142	León	6,9	4,6	5,0	9,3	14,3	21,7	19,1	13,9	11,2	11,5	11,4	10,4
3	ND-1003-2252	Blanco	26,6	17,5	19,1	35,9	55,0	83,5	73,5	53,4	43,0	44,2	44,0	40,1
4	ND-1003-3379	La Junta	2,4	1,6	1,7	3,3	5,0	7,6	6,7	4,9	3,9	4,0	4,0	3,6
5	ND-1003-3380	Negro	5,7	3,8	4,1	7,7	11,8	17,8	15,7	11,4	9,2	9,5	9,4	8,6
6	ND-1003-3754	San Antonio	1,9	1,2	1,4	2,6	3,9	6,0	5,3	3,8	3,1	3,2	3,1	2,9
7	ND-1003-3767	El Salto	4,5	2,9	3,2	6,0	9,2	14,0	12,4	9,0	7,2	7,4	7,4	6,7
8	ND-1003-3785	Negro	21,6	14,2	15,5	29,1	44,6	67,8	59,7	43,3	34,9	35,9	35,7	32,5
9	ND-1003-3786	Guías	2,8	1,8	2,0	3,8	5,8	8,8	7,8	5,6	4,5	4,7	4,6	4,2
10	ND-1003-3787	Petrohué	173,7	110,4	120,7	236,8	370,6	566,7	498,0	359,3	286,9	294,6	293,7	266,8
11	ND-1003-3790	Petrohué	189,2	125,0	135,0	252,3	389,1	587,0	517,3	377,7	303,9	311,1	310,6	283,5
12	ND-1003-3805	Cayutue	16,7	11,0	11,9	22,5	34,5	52,4	46,1	33,5	27,0	27,7	27,6	25,1
13	ND-1003-3818	Negro	11,7	7,7	8,3	15,7	24,1	36,6	32,2	23,4	18,9	19,4	19,3	17,6
14	ND-1003-3819	Caracol	2,1	1,4	1,5	2,8	4,2	6,4	5,7	4,1	3,3	3,4	3,4	3,1
15	ND-1003-3820	León	3,6	2,3	2,5	4,8	7,3	11,1	9,8	7,1	5,7	5,9	5,9	5,3
16	ND-1003-3821	Negro	14,9	9,8	10,6	20,0	30,6	46,5	40,9	29,8	24,0	24,6	24,5	22,3
17	ND-1003-3891	Sin Nombre	0,3	0,2	0,2	0,4	0,6	0,9	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
18	ND-1003-3987	Cascada	2,8	1,8	2,0	3,8	5,8	8,8	7,7	5,6	4,5	4,6	4,6	4,2
19	ND-1003-3999	Negro	6,8	4,4	4,8	9,1	14,0	21,2	18,7	13,5	10,9	11,2	11,2	10,2
20	ND-1003-3999	Negro	16,4	10,8	11,7	22,1	33,8	51,3	45,2	32,8	26,4	27,2	27,0	24,6
21	ND-1003-4000	Blanco	8,6	5,7	6,2	11,6	17,7	26,8	23,6	17,2	13,8	14,2	14,1	12,9
22	ND-1003-4001	León	6,7	4,4	4,8	9,0	13,8	21,0	18,5	13,4	10,8	11,1	11,1	10,1
23	ND-1003-4148	El Salto	2,0	1,4	1,5	2,8	4,2	6,4	5,6	4,1	3,3	3,4	3,4	3,1
24	ND-1003-4159-b	Petrohué	189,1	124,9	135,0	252,1	388,8	586,6	516,9	377,4	303,7	310,9	310,3	283,3
25	ND-1003-4178	Caracol	3,1	2,1	2,2	4,2	6,5	9,8	8,6	6,3	5,1	5,2	5,2	4,7
26	ND-1003-4179	Negro	13,6	9,0	9,7	18,3	28,0	42,5	37,4	27,2	21,9	22,5	22,4	20,4

Por último, los caudales disponibles para otorgar a las solicitudes en ejercicio eventual con probabilidad de excedencia entre el 20% y 10% en cada punto de captación se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22. Caudales disponibles (m³/s) para otorgar en cada punto de captación de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas presentadas.

N°	EXPEDIENTE	FUENTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1003-142	Negro	3,8	2,4	3,0	7,2	10,3	13,3	10,6	4,8	3,8	5,7	5,8	5,7
2	ND-1003-142	León	1,4	0,8	1,0	2,5	3,6	4,6	3,7	1,6	1,3	2,0	2,0	2,0
3	ND-1003-2252	Blanco	5,2	3,1	4,0	9,6	13,8	17,8	14,2	6,4	5,1	7,7	7,7	7,6
4	ND-1003-3379	La Junta	0,5	0,3	0,4	0,8	1,3	1,7	1,3	0,6	0,5	0,7	0,7	0,7
5	ND-1003-3380	Negro	1,1	0,6	0,9	2,1	2,9	3,8	3,1	1,4	1,1	1,6	1,7	1,6
6	ND-1003-3754	San Antonio	0,4	0,3	0,2	0,7	1,0	1,3	1,0	0,5	0,3	0,5	0,6	0,5
7	ND-1003-3767	El Salto	0,8	0,6	0,7	1,6	2,3	3,0	2,3	1,0	0,9	1,3	1,3	1,3
8	ND-1003-3785	Negro	4,1	2,5	3,2	7,8	11,2	14,4	11,5	5,2	4,2	6,2	6,3	6,2
9	ND-1003-3786	Guías	0,5	0,4	0,4	1,0	1,5	1,9	1,5	0,7	0,6	0,8	0,9	0,8
10	ND-1003-3787	Petrohué	35,7	21,8	28,0	66,7	95,1	123,2	97,8	45,1	35,8	53,5	53,6	52,9
11	ND-1003-3790	Petrohué	36,5	22,3	28,5	67,6	96,2	124,6	98,9	46,3	36,6	54,1	54,3	53,7
12	ND-1003-3805	Cayutue	3,2	1,9	2,5	6,1	8,6	11,2	9,0	4,0	3,2	4,9	4,9	4,8
13	ND-1003-3818	Negro	2,2	1,3	1,7	4,3	6,0	7,8	6,3	2,8	2,2	3,4	3,4	3,4
14	ND-1003-3819	Caracol	0,4	0,2	0,3	0,7	1,1	1,4	1,1	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6
15	ND-1003-3820	León	0,7	0,4	0,5	1,3	1,8	2,4	1,9	0,8	0,7	1,0	1,0	1,0
16	ND-1003-3821	Negro	2,8	1,7	2,2	5,4	7,6	9,9	8,0	3,5	2,8	4,3	4,3	4,3
17	ND-1003-3891	Sin Nombre	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
18	ND-1003-3987	Cascada	0,5	0,3	0,4	1,0	1,4	1,9	1,5	0,7	0,5	0,8	0,8	0,8
19	ND-1003-3999	Negro	1,2	0,8	1,0	2,4	3,4	4,5	3,6	1,7	1,3	2,0	1,9	1,9
20	ND-1003-3999	Negro	3,1	1,9	2,5	5,9	8,4	10,9	8,7	3,9	3,2	4,7	4,8	4,7
21	ND-1003-4000	Blanco	1,6	0,9	1,2	3,0	4,4	5,7	4,6	2,0	1,7	2,5	2,5	2,4
22	ND-1003-4001	León	1,3	0,8	1,0	2,4	3,5	4,5	3,6	1,6	1,3	2,0	1,9	1,9
23	ND-1003-4148	El Salto	0,4	0,2	0,3	0,7	1,1	1,3	1,1	0,5	0,4	0,6	0,6	0,6
24	ND-1003-4159-b	Petrohué	36,4	22,3	28,4	67,6	96,2	124,5	98,9	46,2	36,5	54,1	54,3	53,7
25	ND-1003-4178	Caracol	0,6	0,4	0,5	1,1	1,6	2,1	1,7	0,7	0,6	0,9	0,9	0,9
26	ND-1003-4179	Negro	2,6	1,5	2,0	4,9	7,0	9,1	7,3	3,2	2,6	4,0	4,0	3,9

Para cada caso, habrá que verificar si las solicitudes indicadas se encuentran en condición de remate con otras que solicitan las mismas, según lo establecido en el Artículo 142 del Código de Aguas.

6.2 Denegación parcial de las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas en la cuenca del río Petrohué

De acuerdo a lo anterior, se denegarán parcialmente las solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas de carácter no consuntivo de grandes caudales, en el

monto que sea necesario para que el caudal solicitado remanente en cada solicitud, sea equivalente al caudal disponible para constituir derechos.

Para aquellos casos en que el caudal solicitado es inferior al caudal disponible para otorgar derechos de aprovechamiento (tramo comprendido entre el 10 y el 20% de probabilidad de excedencia), el monto por mes a denegar será de 1 l/s.

Dado que todas las solicitudes son por caudales permanentes, no existen caudales eventuales que deban denegarse. Así, los montos a denegar en cada caso, se indican en la Tabla 23.

Tabla 23. Monto de caudales (m³/s) permanentes en que debe ser denegada cada una de las solicitudes indicadas.

N°	EXPEDIENTE	FUENTE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	ND-1003-142	Negro	22,2	23,6	23,0	18,8	15,7	12,7	15,4	21,2	22,2	20,3	20,2	20,3
2	ND-1003-142	León	10,6	11,2	11,0	9,5	8,4	7,4	8,3	10,4	10,7	10,0	10,0	10,0
3	ND-1003-2252	Blanco	74,8	76,9	76,0	70,4	66,2	62,2	65,8	73,6	74,9	72,3	72,3	72,4
4	ND-1003-3379	La Junta	5,5	5,7	5,6	5,2	4,7	4,3	4,7	5,4	5,5	5,3	5,3	5,3
5	ND-1003-3380	Negro	12,9	13,4	13,1	11,9	11,1	10,2	10,9	12,6	12,9	12,4	12,3	12,4
6	ND-1003-3754	San Antonio	4,1	4,2	4,3	3,8	3,5	3,2	3,5	4,0	4,2	4,0	3,9	4,0
7	ND-1003-3767	El Salto	1,8	2,0	1,9	1,0	0,3	0,001	0,3	1,6	1,7	1,3	1,3	1,3
8	ND-1003-3785	Negro	195,9	197,5	196,8	192,2	188,8	185,6	188,5	194,8	195,8	193,8	193,7	193,8
9	ND-1003-3786	Guías	49,5	49,6	49,6	49,0	48,5	48,1	48,5	49,3	49,4	49,2	49,1	49,2
10	ND-1003-3787	Petrohué	364,3	378,2	372,0	333,3	304,9	276,8	302,2	354,9	364,2	346,5	346,4	347,1
11	ND-1003-3790	Petrohué	363,5	377,7	371,5	332,4	303,8	275,4	301,1	353,7	363,4	345,9	345,7	346,3
12	ND-1003-3805	Cayutue	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
13	ND-1003-3818	Negro	87,8	88,7	88,3	85,7	84,0	82,2	83,7	87,2	87,8	86,6	86,6	86,6
14	ND-1003-3819	Caracol	49,6	49,8	49,7	49,3	48,9	48,6	48,9	49,5	49,6	49,4	49,4	49,4
15	ND-1003-3820	León	59,3	59,6	59,5	58,7	58,2	57,6	58,1	59,2	59,3	59,0	59,0	59,0
16	ND-1003-3821	Negro	97,2	98,3	97,8	94,6	92,4	90,1	92,0	96,5	97,2	95,7	95,7	95,7
17	ND-1003-3891	Sin Nombre	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
18	ND-1003-3987	Cascada	9,5	9,7	9,6	9,0	8,6	8,1	8,5	9,3	9,5	9,2	9,2	9,2
19	ND-1003-3999	Negro	78,8	79,2	79,0	77,6	76,6	75,5	76,4	78,3	78,7	78,0	78,1	78,1
20	ND-1003-3999	Negro	76,9	78,1	77,5	74,1	71,6	69,1	71,3	76,1	76,8	75,3	75,2	75,3
21	ND-1003-4000	Blanco	78,4	79,1	78,8	77,0	75,6	74,3	75,4	78,0	78,3	77,5	77,5	77,6
22	ND-1003-4001	León	78,7	79,2	79,0	77,6	76,5	75,5	76,4	78,4	78,7	78,0	78,1	78,1
23	ND-1003-4148	El Salto	6,6	6,8	6,7	6,3	5,9	5,7	5,9	6,5	6,6	6,4	6,4	6,4
24	ND-1003-4159-b	Petrohué	63,6	77,7	71,6	32,4	3,8	0,001	1,1	53,8	63,5	45,9	45,7	46,3
25	ND-1003-4178	Caracol	11,4	11,6	11,5	10,9	10,4	9,9	10,3	11,3	11,4	11,1	11,1	11,1
26	ND-1003-4179	Negro	48,4	49,5	49,0	46,1	44,0	41,9	43,7	47,8	48,4	47,0	47,0	47,1

Además, de acuerdo a lo establecido en el Artículo 147 bis inciso 4° del Código de Aguas, se deberá ofrecer a los solicitantes el caudal remanente disponible en cada caso, haciendo hincapié en que dicho caudal tiene una probabilidad de excedencia entre el 20% y el 10%, y sólo estará disponible una vez que el caudal del río supere, para cada mes, los caudales ecológicos sumados a los caudales de reserva respectivos.

Sólo en el evento de tener respuesta favorable, se podrá proceder al otorgamiento del derecho.

Por último, cabe hacer presente que, para aquellos tramos de la cuenca en que no hayan sido solicitados y que no tengan asociado un caudal de reserva, el procedimiento para estimar el caudal disponible para constituir, será el descrito en el punto presente.

7 REFERENCIAS

- Campos, H., G. Dazarola, B. Dyer, L. Fuentes, J. Gavilán, L. Huaquín, G. Martínez, R. Meléndez, G. Pequeño, F. Ponce, V. Ruiz, W. Sielfeld, D. Soto, R. Vega & I. Vila. *Categorías de conservación de peces nativos de aguas continentales de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 47:101-122. 1998.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. *Estrategia Regional para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad*, Décima Región de Los Lagos. 2002.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. *Biodiversidad de Chile Patrimonio y Desafíos*. Segunda edición 639 p. 2008.
- Corporación Nacional Forestal. *Cuenta Pública 2008 Parque Nacional Vicente Pérez Rosales*.
- De Groot, R., M. Wilson y R. Boumans. *A typology for the classification, descriptions and valuation of ecosystem functions, goods and services*. *Ecological Economics* 41: 393-408. 2002.
- Díez-Hernández, J. *Bases metodológicas para el establecimiento de caudales ecológicos en el ordenamiento de cuencas hidrográficas*. *Revista Ingeniería y Competitividad*, Facultad de Ingeniería de la Universidad del Valle, Colombia. Volumen 7, N° 2, p. 11-18. 2005.
- Dirección General de Aguas. *Análisis y Determinación de Caudales de Reserva para abastecimiento de la población y usos de Interés Nacional*. Realizado por AC Ingenieros Consultores Ltda. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. SIT N° 116. Santiago, 2006.
- Fondo de Investigación Pesquera *Bases técnicas y ambientales para la elaboración de un plan de manejo y reglamentación de la pesca recreativa en el río Petrohué y sus afluentes*. Proyecto FIP N° 2004-32.

- Habit, E., C. Tuckfield & O. Parra. 2006. *Response of the fish community to human-induced changes in of the Bío-Bío river in Chile*. *Freshwater Biology*, 51: 1-11.
- Hoffmann, A. *Flora silvestre de Chile. Zona araucana. Árboles, arbustos y enredaderas leñosas. Una guía ilustrada para la identificación de las especies de plantas leñosas del sur de Chile*. Ediciones Claudio Gay. 258 pp. 1997.
- Instituto Geográfico Militar. *Hidrografía, Tomo VIII*. Colección Geografía de Chile. Autores Hans Niemeyer Fernández y Pilar Cereceda Troncoso. 1984.
- Jamett, G. y Rodrigues, A. *Evaluación del Instrumento Caudal Ecológico, panorama legal e institucional en Chile y Brasil*. 2005.
- Luebert F. y Pliscoff P. *Sinopsis Bioclimática y vegetacional de Chile*. 2006.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Diario Oficial de la República de Chile. Sábado 24 de marzo 2007.
- Poff, N.L., J.D. Allan, M. B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B. Richter, R. Sparks, and J. Stromberg. *The natural flow regime: a new paradigm for riverine conservation and restoration*. *BioScience* 47:769-784. 1997.
- Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Cooperación, Región de Los Lagos. *Estrategia de Desarrollo Regional 2009 – 2020*.
- Servicio Nacional de Turismo. *Centros y Zonas de Interés Turístico Nacional. Antecedentes básicos para una Estrategia de Ordenamiento Territorial*. Versión 2008.
- Torres H. y Torres M. *Los parques nacionales de Chile. Una guía para el visitante*. 2002.
- Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Geofísica. *Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI*. 2006.
- Vannote R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell y C.E. Cushing. *The River Continuum Concept*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130-137. 1980.

Normativas:

- Decreto con Fuerza de Ley 1.122, Código de Aguas, Ministerio de Justicia. Agosto 1981.
- Decreto Ley 1.224 que Crea el Servicio Nacional de Turismo. Octubre 1975.
- Ley 18.362 que crea un Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. Ministerio de Agricultura. 1984.
- Ley 20.017 que modifica el Código de Aguas de 1981. Junio 2005.
- Manual de normas y procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos, Dirección General de Aguas, 2008.



Pedro Rivera Izam
Jefe
División de Estudios y Planificación
Dirección General de Aguas
Ministerio de Obras Públicas