



¿Escasez de agua o transición a energías renovables? Mercado de derechos de aprovechamiento no consuntivo de aguas bajo el Nexo Agua y Energía en la geografía del sur de Chile

Water scarcity or transition to renewable energies? Market of non-consumptive water-use rights under the Water Energy Nexus in the geography of southern Chile

Historial del artículo

Recibido:

18 de abril de 2022

Revisado

30 de junio de 2022

Aceptado:

5 de julio de 2022

José Miguel Valdés-Negróni^a, Sarah Kelly^b, Rodrigo Fuster G.^c

^a Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Laboratorio de Análisis Territorial, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile. Correo electrónico: jose.valdes@uchile.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5764-3785>

^b Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres, Pontificia Universidad Católica de Chile. Department of Geography, Dartmouth College, USA. Correo electrónico: sarah.kelly@cigiden.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6707-1557>

^c Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Laboratorio de Análisis Territorial, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago, Chile. Correo electrónico: rfuster@uchile.cl, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5804-3324>

Palabras clave

Derechos de aprovechamiento de aguas No Consuntivos, escasez hídrica, hidroelectricidad, precios, mercado de aguas

Resumen

En 1981, en Chile se creó la figura legal de Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA) consuntivos y no consuntivos, la que dio paso al proceso de commoditización del agua y el consecuente “mercado del agua”. Desde esa fecha, múltiples investigaciones han estudiado la evolución y las características del mercado de los DAA, pero centrados en los de carácter consuntivo en la zona norte y central de Chile. En este artículo presentamos y analizamos inéditamente las principales características del mercado de DAA no consuntivos en el sur de Chile (dos comunas de la Región de Los Ríos), donde Organizaciones de Usuarios y la agricultura de riego no son predominantes en relación con el uso de agua, sino más bien el uso hidroeléctrico. Además, demostramos que, en contrario de los mercados de DAA consuntivos, la escasez de agua no es el factor más importante que explica que este mercado haya sido tan activo en los últimos 10 años (2007-2016), sino que la configuración geográfica y económica propia de cada derecho, donde cuestiones como el caudal, desnivel, ubicación de cada DAA, así como estudios ambientales e ingenieriles asociado a cada DAA, son determinantes para hacer atractivos en el mercado estos derechos. Esta investigación aporta al entendimiento sobre cómo los mercados de agua operan en áreas con un desarrollo de Minicentrales hidroeléctricas (MCH) concentrado, incorporando el Nexo Agua-Energía en su análisis.

Keywords

Hydroelectricity, non-consumptive water use rights, prices, water market, water scarcity

Abstract

In 1981, Chile created the legal figure of consumptive and non-consumptive Water-Use Rights (WURs), which gave way to the process of water commoditization and the consequent “water market”. Since that date, multiple investigations have studied the evolution and characteristics of the consumptive WURs market but focused on consumptive WURs in northern and central Chile. In this article we present and analyze the main characteristics of the non-consumptive WURs market in the south of Chile (two communes of the Los Ríos Region), where User Organizations and irrigated agriculture are not predominant in relation to water use, but rather hydroelectric use. Furthermore, we demonstrate that, contrary to the consumptive WURs markets, water scarcity is not the most important factor that explains why this market has been so active in the last 10 years (2007-2016), but rather the geographic and economic configuration of each right, where issues such as flow, slope, location of each WURs, as well as environmental and engineering studies associated with each WURs, are determinant to make these rights attractive in the market. This research contributes to the understanding of how water markets operate in areas with concentrated Small Hydropower (SHP) development, incorporating the Water-Energy Nexus in its analysis.

Introducción

Desde el año 2005, en Chile, actores privados comenzaron a desarrollar más de 130 minicentrales hidroeléctricas, usuarias principalmente de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos (DAANC)¹, complementando la gran cantidad de proyectos ligados a fuentes de Energías Renovables No Convencionales (ERNC) (Olivares et al., 2016). Este escenario, además, responde a la realidad mundial de proliferación de minicentrales hidroeléctricas (Couto y Olden, 2018; Kelly y Valdés-Negróni, 2021; Kelly-Richards et al., 2017).

En este contexto se produce un fenómeno relevante de estudiar relacionado al desarrollo hidroeléctrico, y su impacto en el principal instrumento de reasignación de derechos de uso de aguas del país, el mercado de DAANC. En este artículo se sugiere que la configuración geográfica y económica asociada al derecho, en un contexto de transición a la energía renovable a través de Minicentrales Hidroeléctricas (MCH)², permite entender posibles mecanismos de determinación de precios de derechos y el nivel de dinamismo del mercado. Además, este artículo busca reducir la brecha de investigaciones sobre el mercado de DAANC, sosteniendo que el nivel de actividad de mercado y los precios de los derechos no responden solo a la escasez de agua, como sí ocurre en mercados de DAA consuntivos, sino también influye el agua como factor de producción de electricidad, siendo el contexto energético el que influiría en la actividad de mercado y sus características.

En la literatura se ha estudiado la actividad de mercado por medio de la profundidad de mercado, es decir, cuánto del total de DAA otorgados han sido transados en el mercado, existiendo un mercado activo cuando la escasez hídrica fuese una condición relevante (Aedo, 2015; Bujes, 2015; Cristi et al., 2001, 2013; Donoso et al., 2001; Fuster, 2013; Rodríguez, 2014; Romano y Leporati, 2002). En la zona sur del país (Región de Los Ríos; territorio Mapuche-Williche) se presenta un escenario de alta disponibilidad de agua con relación al resto del país (Donoso, 2018), con la ausencia de un escenario de sequía extrema como la que se ha presentado en la zona centro-norte del país de

forma sostenida por a lo menos 10 años (Garreaud et al., 2017, 2020). La hipótesis en este caso es que el mercado debiera ser activo, en términos de profundidad de mercado, debido al auge de MCH en la zona sur. Así, en base al estudio de los registros conservatorios de propiedad de agua de las comunas de Lago Ranco y Río Bueno, se caracterizó el mercado de derechos de aprovechamiento no consuntivos de agua en las comunas citadas, junto con sus análisis en el contexto del desarrollo de MCH. La pregunta de investigación fue ¿cómo se ha comportado el mercado de DAANC desde la promulgación del Código de Aguas de 1981?

Este artículo sigue el crecimiento de la *commoditización* del uso no consuntivo de agua (de DAANC) que surgió a través del auge de MCH, contribuyendo a la conversación en la academia chilena sobre las dinámicas regionales de estas economías (Bustos-Gallardo y Prieto, 2019; Daher, 2003). Por un lado, se reafirman estudios fundamentales del mercado de agua, donde se señala que el agua es difícil de definir como un bien por sus aspectos físicos y políticos (Bauer, 1997, 1998a; Budds, 2004, 2009, 2020). En el otro, el estudio cuestiona el hecho de que los mercados de derechos se expresan uniformemente en distintas regiones del país con distintas geografías físicas y culturales. También como Bauer (2009) señaló, el Nexo Agua-Energía es clave para entender como el mercado de agua se comporta para este caso, siendo una idea será elaborada en las siguientes secciones. Este artículo demuestra que en un mercado que ha ido madurando, la escasez no es la principal motivante en la actividad del mercado de DAANC.

Contexto hídrico y energético: derechos no consuntivos y minicentrales hidroeléctricas. Mercado de Agua en Chile

El mercado de aguas en el país¹ constituye el mecanismo normativo establecido implícitamente por el Código de Aguas (CA) de 1981 a cargo de la reasignación de Derecho de Aprovechamiento de Aguas (DAA)². Este fue diseñado bajo una lógica de libre mercado (Bauer, 1998b, 2008), el CA establece que las aguas son bienes nacionales de uso público, otorgando a privados el derecho de aprovechamiento sobre ellas. El DAA se constituye

¹ Comúnmente, en la discusión académica sobre marcos regulatorios de agua se habla de mercado de aguas, sin embargo, en Chile el derecho de propiedad se constituye sobre el uso del agua, no sobre el agua misma. En este artículo, en algunas secciones, se referirá a este mercado por medio del concepto “mercado de aguas”, pero refiriéndose al caso chileno de mercado de DAA.

² La “asignación” de DAA está a cargo de la Dirección General de Aguas (DGA), y se da mientras exista disponibilidad física y legal (Donoso et al., 2004; Peña, 2004; Vergara Blanco, 1997). En cambio, la reasignación de DAA se refiere al proceso en que particulares adquieren derechos a través del mercado pues 1) no existe disponibilidad física (escasez de agua), o 2) se requiera un derecho en específico (con una determinada localización, caudal y/o ejercicio) (Banco Mundial, 2013; Donoso, 2006; Peña, 2004; Ríos y Quiroz, 1995).

como un derecho de propiedad, separado de la tierra, que es asignado por el Estado a personas naturales o jurídicas para su aprovechamiento (Donoso, 2006).

Los mercados de agua, como instrumento económico institucional, buscan la reasignación eficiente del agua, y han sido implementado en diversos países, siendo Chile un ejemplo importante (Bauer, 1997; Buzolic et al., 2021; Donoso, 2018; Hearne y Donoso, 2014; Wheeler et al., 2014; Wheeler et al., 2021). Para Chile, el marco económico y legal del recurso agua se caracteriza por su enfoque neoliberal donde el agua se constituye como un *commodity* (Bauer, 1998a), basado en una rígida propiedad privada sobre el derecho al uso del agua, una asignación DAA principalmente estatal y la libre transferibilidad de derechos (Bauer, 1997; Hearne, 2018; Vergara Blanco, 1997, 2015). Este proceso técnico-económico se conoce como mercantilización (*commoditización*) y se refiere al proceso de convertir en mercancía transable en el mercado ciertos “recursos naturales” como el aire, el suelo, minerales o el agua (Castree, 2003).

Estas mercancías son delimitadas por diversas características diferenciadoras. Una característica propia del modelo chileno de aguas, y por tanto del proceso de *commoditización*, es la existencia de dos tipos de derechos. Los DAA consuntivos (DAAC) facultan al titular a consumir totalmente el agua que se extrae desde un punto de captación en una fuente natural de agua, siendo el uso agrícola el principal uso consuntivo (Anríquez y Melo, 2018). En cambio, en los DAANC existe la obligatoriedad de devolver el agua extraída desde un punto de captación en la fuente natural hacia un punto de restitución, generalmente “aguas abajo”, siendo la actividad hidroeléctrica el uso dominante de DAANC (Hearne y Donoso, 2014; MMA, 2016).

A pesar de que el CA crea bienes diferenciables (DAAC, DAANC) que son transados en mercados distintos (Cristi et al., 2013; Prieto, 2007; Prieto y Bauer, 2012), el estudio empírico en Chile de estos mercados está sesgado hacia el mercado de DAAC, con un enfoque geográfico en la parte centro y norte del país (Aedo, 2015; Bauer, 1997; Buzolic et al., 2021; Donoso, 2003, 2006, 2015; Donoso et al., 2001; Fuster, 2013; Hearne y Donoso, 2014; Jordán, 2007; Peña, 2004; Prieto, 2016; Rodríguez, 2014; Urquiza y Billi, 2018).

Una de las conclusiones recurrentes de estos estudios es que los mercados son activos en zonas donde el recurso agua

es más escaso (Cristi et al., 2013; Fuster, 2013; Hearne y Donoso, 2014), existiendo una correlación entre la escasez y el funcionamiento del mercado (Donoso et al., 2001). Además, se ha planteado que el crecimiento económico y la maduración del sistema motiva el uso del mercado para obtener DAA, desde el punto de vista de un aumento del conocimiento de la institución de mercado por parte de los usuarios, así como también de una concepción más cabal de sus costos y beneficios (Bauer, 1997; Cristi et al., 2001; Hearne y Donoso, 2014; Vergara Blanco, 1997).

En cambio, la literatura de DAANC ha motivado diversos debates relacionados a patentes por no uso de los derechos³, especulación y monopolio (Cristi y Poblete, 2011; Donoso, 2006; Dourojeanni y Jouravlev, 1997; Peña, 2004; Rivera Bravo y Valenz Vergara Blanco, 2015; Saavedra, 2008; Valenzuela et al., 2013), siendo escaso el análisis empírico de este mercado. Cristi et al. (2013) dan algunas luces sobre el mercado de DAANC, afirmando que los precios estarían determinados por características geográficas y tecnológicas favorables para la generación de energía eléctrica tales como desniveles que permitan generar mayor electricidad y cercanía a líneas de transmisión para evacuar la electricidad generada. Hearne (2018), refiriéndose a datos de mercado de múltiples regiones chilenas, señala que las ventas de DAANC se mantuvieron constantes en el periodo 2006-2010, y afirma que el efecto de la patente por no uso del derecho implicaría la renuncia por parte de sus titulares a derechos de mayor caudal que no estuvieran en uso, con el fin de evitar el pago de la patente, en lugar de activar el mercado. El debate de las razones de activación del mercado, por tanto, estaría abierto para el caso de los DAANC, pudiendo no seguir los mismos patrones que el mercado de DAA consuntivos y pudiendo estar relacionado, como se sostiene en este artículo, a políticas públicas y condiciones de mercado favorables al desarrollo de MCH, lo que se profundiza a continuación.

Impulso a ERNC: el caso de las minicentrales hidroeléctricas

El sector eléctrico a nivel nacional desde el 2005 ha presentado un cambio desde una matriz eléctrica hidrotérmica a una más diversificada y con un fuerte impulso a las ERNC, al cambiar el paradigma hacia tecnologías no contaminantes (emisiones de CO₂) junto con evitar la neutralidad tecnológica (MINENERGIA, 2015). Esto posibilitó la descentralización espacial de

³ La reforma del CA de 2005 instaura una patente al no uso, a partir de si estaban o no construidas las obras (de captación y/o restitución) necesarias para usar, gozar y disponer del recurso. Así, se grava en forma indirecta el no uso y no se limita el derecho de propiedad (Rivera Bravo y Vergara Blanco, 2015).

la generación eléctrica del país⁴, junto a un proceso de transición hacia las ERNC, produciendo la llegada de nuevas tecnologías, como el desarrollo de MCH y su auge desde mediados de la década 2000-2010 (Kelly, 2018; Kelly y Valdés-Negróni, 2021). A nivel internacional, este fenómeno estaría dentro de la Transición a Energías Renovables (Kelly-Richards et al., 2017) y en Chile ha significado que MCH hayan recibido apoyo a nivel gubernamental y por parte de instituciones internacionales de cooperación. En particular, esto incluye incentivos de mercado y cuotas de generación a favor de ese tipo de energía, incentivos financieros estatales y políticas que favorecen el desarrollo de ERNC, como la Política Energética 2050 (Kelly, 2018; Kelly et al., 2017; Nasirov et al., 2015, 2016, 2017). En este escenario, las MCH se posicionaron inmediatamente como un actor relevante para contribuir significativamente al portafolio de energías renovables. Incluso, a aquellas MCH que generen 9 MW o menos, se les garantizó la posibilidad de conectarse a líneas de distribución por parte del regulador (Decreto Supremo N° 244 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, año 2008), siendo más factible su concreción dado que suelen estar en zonas aisladas sin líneas de transmisión. Como resultado de lo anterior, y sumado a una mayor experiencia de desarrolladores y maduración del mercado de generación, resultó en un auge de MCH desarrolladas preferentemente en zonas cordilleranas y precordilleranas de la zona centro-sur del país (Kelly, 2018; Kelly y Valdés-Negróni, 2021), donde es más factible construir proyectos hidroeléctricos de pasada que desvían las aguas para aprovechar una pendiente (también conocidos en inglés como *high head projects*) (Anderson et al., 2015; Kelly-Richards et al., 2017; Paish, 2002).

En 2014, el gobierno de la presidenta Michelle Bachelet anunció un ambicioso plan de desarrollar 100 MCH durante su periodo presidencial⁵. Este mensaje conectó eficazmente la larga historia de generación hidroeléctrica del país y con el ambicioso desarrollo de fuentes de ERNC. Desde el comienzo del impulso a las energías renovables (desde el

año 2008 con más fuerza), las MCH –aquellas menores a 20 megawatt (MW) según la ley ERNC N°20.257/2008– se posicionaron en la esfera empresarial como una fuente de generación eléctrica menos conflictiva y más sustentable que la gran hidroelectricidad tradicional de embalse, cuyo desarrollo en las décadas previas había sido foco de importantes conflictos socioambientales en Chile (Kelly et al., 2017; Kelly y Valdés-Negróni, 2021). Esta tecnología es ampliamente desarrollada en el mundo, siendo destacada como limpia y renovable pero también cuestionada por sus impactos (Couto y Olden, 2018; Kelly, 2019; Premalatha et al., 2014).

Materiales y métodos

Caso de estudio

La zona sur de Chile, desde un punto de vista económico y productivo, posee características favorables para el desarrollo de las actividades que están primordialmente ligadas al uso de agua de carácter no consuntivo, como lo son la hidroelectricidad y las pisciculturas⁶, que según el MMA (2016) representan las principales actividades usuarias de DAANC en el país. Además, presenta un contexto de relativa disponibilidad de agua, en comparación al resto del país (Donoso, 2018). En específico, la Región de Los Ríos presenta un gran potencial hidroeléctrico (Santana et al., 2014) necesario para el desarrollo de proyectos de inversión ligados al uso de DAANC. Este potencial se ve respaldado en su Estrategia de Desarrollo Regional, donde se declara un desafío de relevancia el impulso de las ERNC (Gobierno Regional de Los Ríos, 2009). La región, según señala Arcaya (2015), también destaca por sus bajos niveles de concentración de DAA no consuntivos, razón por la que se esperaría el desarrollo de múltiples proyectos de inversión, como pueden ser grandes centrales hidroeléctricas, proyectos de pisciculturas y MCH. Evidencia de lo anterior lo constituyen los más de 70 proyectos que sido parte del proceso de evaluación ambiental regional, a partir de los datos del Servicio de Evaluación Ambiental⁷. En particular, las comunas de

⁴ El diseño eléctrico chileno tiene tres subsistemas separados: generación, transmisión y distribución. En conjunto, estos operan bajo una lógica de seguridad del suministro, eficiencia económica y libre acceso. El sistema de transmisión es el encargado de conectar polos de generación y consumo a grandes distancias (dada la geografía de Chile), mientras que la distribución se encarga de entregar la electricidad de forma descentralizada (Bauer, 2009).

⁵ No existe un documento oficial y público del detalle del plan 100 nuevas mini hidro para Chile, sin embargo, es posible obtener información a partir de presentaciones y noticias: Núñez (2016) y en la revista *Electricidad* (2017).

⁶ Los proyectos de pisciculturas generalmente buscan aprovechar los ríos y esteros con la calidad y temperatura necesaria para el desarrollo de huevos y juveniles de salmón, para luego enviarlos al océano a cultivos de salmones adultos (Bustos-Gallardo y Prieto, 2019; Corral et al., 2000; Montero, 2004; Salgado, 2005).

⁷ Datos obtenidos a partir de una revisión de los proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Disponibles en: <https://www.sea.gob.cl/>.

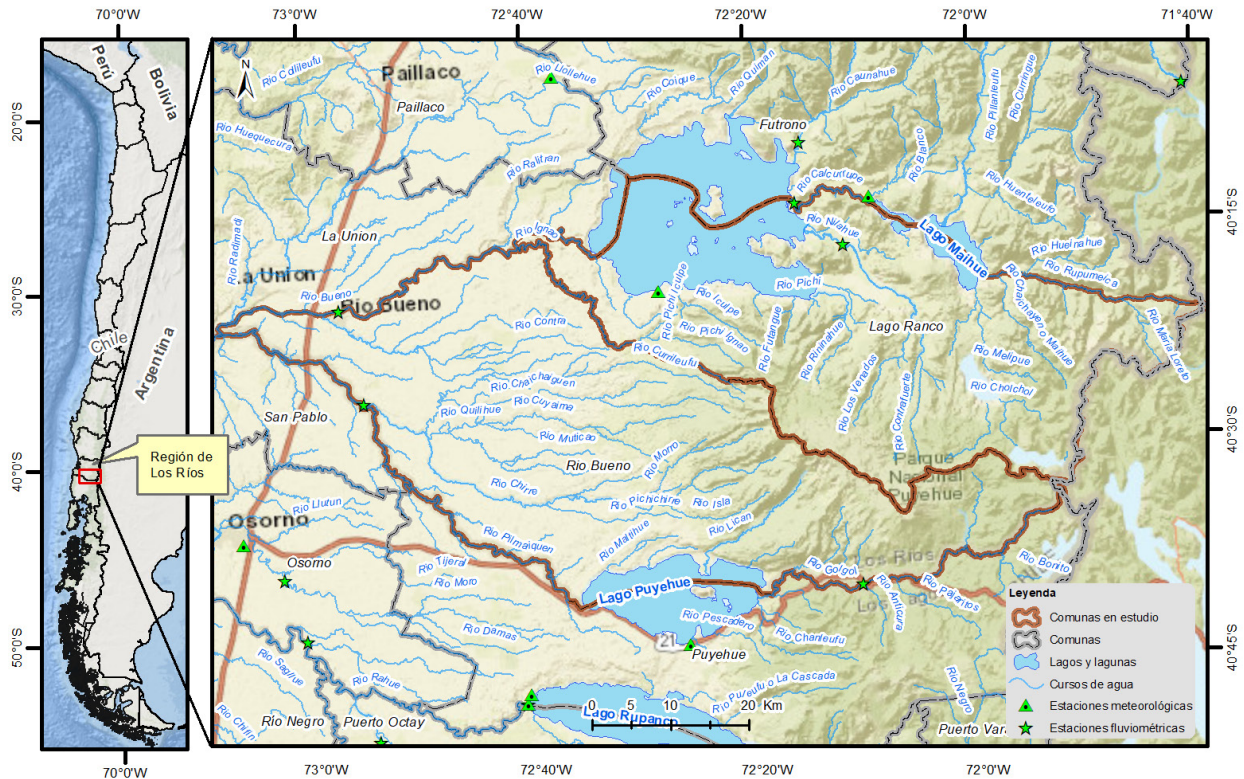


Figura 1. Localización del área de estudio junto a la red hidrográfica, caminos, comunas y estaciones hidrometeorológicas. Fuente: elaboración propia en base a información geoespacial de la Dirección General de Aguas.

Lago Ranco y Río Bueno (Figura 1) han presentado, entre la actividad hidroeléctrica y piscícola, más de 30 proyectos en evaluación ambiental durante la última década, y un potencial sobre los 320 MW⁸, siendo un caso interesante de estudio desde la perspectiva de la Transición a Energías Renovables a través de MCH y su impacto sobre el mercado de aguas. Por último, es relevante destacar que la región comprende parte de territorio Mapuche-Williche y las centrales hidroeléctricas amenazan su forma de reproducirse como cultura, siendo el desarrollo de centrales muy conflictivo (Kelly, 2019).

Método

Para que un DAA se constituya como propiedad efectiva, debe ser inscrito en el Registro de Propiedad de Agua

(RPA) del Conservador de Bienes Raíces (CBR) que tenga jurisdicción en la zona donde se constituya un DAA, bajo los parámetros establecidos en el artículo 112 y siguientes del CA de 1981. Este registro de propiedad entrega certeza jurídica y real sobre la posesión efectiva de un DAA, junto con información sobre las características esenciales de la inscripción, como el titular del derecho, el caudal otorgado, la ubicación de la captación y/o restitución, posibles transacciones, entre otras.

El universo de datos de mercado utilizado para análisis empírico fue definido por todas las inscripciones de DAANC, entre 1981 y 2016, de ejercicio permanente y continuo de los libros de Propiedad de Aguas del CBR⁹ de Río Bueno¹⁰, las que fueron registradas mediante visitas mensuales entre agosto de 2016 y enero de 2017. De este

⁸ Potencial actualizado al 2014 obtenidos a nivel comunal a partir del Explorador de DAANC. Disponible en <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/DAANC/>.

⁹ Como lo señala el artículo 122 del CA, la DGA deberá llevar un Catastro Público de Aguas (CPA), que deberá ser actualizado utilizando los RPA de los CBR. No obstante, los registros de la DGA no han gozado de la representatividad necesaria en relación con los registros de los CBR (Banco Mundial, 2013; Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos, 2015; Moya et al., 2019), por lo tanto, la consulta de datos de DAANC se centró en el RPA del CBR.

¹⁰ Cuya jurisdicción son las comunas bajo estudio de Río Bueno y de Lago Ranco.



Figura 2. Esquema resumen de las inscripciones de DAANC consideradas en este estudio. Fuente: elaboración propia.

modo se recopilaron tanto las constituciones de derechos (asignación estatal) como sus posteriores transferencias por mecanismos de Mercado (transacciones), de No Mercado, y modificaciones en sus características esenciales (traslados) (figura 2).

A partir de dichos datos se realizó un análisis descriptivo de tres aspectos: a) la evolución de la propiedad de los DAANC y la actividad de mercado; b) los tipos de compradores y vendedores de DAANC involucrados en las transacciones; y c) la evolución temporal de los precios de mercado de los DAA no consuntivos. Cabe destacar que todos los análisis que se refieran a caudal estuvieron relacionados al caudal medio anual.

Evolución de la propiedad y análisis del mercado

Existen distintos tipos de mecanismos de obtención de DAA por parte de un privado, los que se clasificaron de forma general en Mercado y No Mercado. En el caso del Mercado, privados llegan a un acuerdo monetario en que se transfiere la propiedad del derecho; en caso contrario (No Mercado), por medio de la vía administrativa y/o judicial, la DGA, los Tribunales de Justicia u organismos sectoriales otorgan un DAA de forma originaria, o las transmisiones¹¹ de derecho (herencias) en que hay un cambio en el titular del derecho sin intercambio de dinero.

Para analizar la actividad del mercado se estimó la profundidad de mercado, la que resulta de la división simple de la cantidad de DAANC vigentes que han sido transados en el mercado en relación con el número total de derechos constituidos. Junto con ello se describió la evolución de la actividad de Mercado y No Mercado en el tiempo, además del análisis de la historia de las transacciones

de DAANC, que permitió estimar las transacciones por año y el promedio de transacciones por derecho.

Usos y tipos de compradores y vendedores en el mercado

Se describieron las principales características de los usos asociados a los DAANC en la zona de estudio con el fin de contextualizar el mercado desde el punto de vista de las actividades que hacen uso de los bienes transados. Para esto, se consideraron dentro de los usos posibles de agua la hidroelectricidad y pisciculturas, a partir de una consulta inicial a los distintos usos que han sido registrado en la DGA para la zona de estudio (CPA)¹². Es necesario aclarar que los usos asociados a los DAANC que se presentan más adelante no significan necesariamente que estén siendo utilizados para ello, sino que emulan la intención de uso que detalla el privado al momento de solicitar un derecho. Los usos asignados a cada inscripción de DAANC, en el caso de no estar declarado, se aproximaron a partir del nombre del titular del DAA y/o RUT de este (que permite saber el giro comercial del titular). En los casos donde no se pudo establecer un uso determinado por las vías descritas, se establecieron dos categorías de propiedad a partir de los nombres de los titulares de los derechos: particulares y empresas. Así, en los análisis realizados a nivel de usos de DAANC, se incluyeron también dichos propietarios de derechos sin un uso determinado. A partir de esta información, se detalló la presencia de cada uso en el mercado, los principales atributos de los DAANC (caudal, distancia, desnivel) por uso y la actividad de mercado diferenciada por uso, diferenciando las transacciones intrasectoriales e de las transacciones intersectoriales de DAANC.

Evolución temporal de los precios de mercado

Los precios de las transacciones de DAANC fueron descritos en cuanto a su magnitud como es su evolución temporal. Para efectos comprar precios de DAANC, primero, se convirtieron y transformaron todos los valores de transacciones a pesos chilenos (\$) por un litro por segundo de agua superficial transada. A pesar de que cada DAANC tiene su inscripción individualizada, en el mercado chileno es posible transar más de un derecho en una misma operación, por lo que se agregaron todas las transacciones de DAANC que tuvieran la misma fecha y precio, bajo el supuesto de que representaron

¹¹ Se considera como transferencia tanto las transacciones privadas para obtener un derecho como los otorgamientos de DAA por parte de la DGA (Aedo, 2015; Rodríguez, 2014). Se considera como transmisión (herencia) lo señalado por el Artículo 773 del Código Civil, referida a la transmisión por causa de muerte.

¹² Según la Resolución Exenta DGA N°3.504/2008, las solicitudes de derechos deben contener una Memoria Explicativa, definida como la "cantidad de agua que se necesita extraer y el uso que se le dará". Para el caso de la Región de Los Ríos, las solicitudes de DAANC de volúmenes superiores a 500 L/s, deben ser acompañados con una memoria explicativa. La declaración de uso por tanto está en el CPA, para los DAANC mayores 500 L/s.

una misma transacción. Posteriormente, se llevaron los precios actualizados a valor presente, según la Ecuación 1 (Field, 1995). De este modo los precios fueron deflactados utilizando una tasa de descuento del 4,71%¹³.

Ecuación 1. Valor presente del litro por segundo de agua.

$$VP=VA*(1+r)^t$$

Donde,

VP: valor presente (valor futuro) (\$/L/s).

VA: valor real (valor actual) (\$/L/s).

r: tasa de descuento (tasa de inflación promedio).

t: cantidad de años involucrados

A partir de los datos de precios por unidad de caudal, se calcularon estadísticas de tendencia central (promedio), de posición (máximo y mínimo) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación). Por último, se analizó la evolución temporal de las compraventas en relación con los precios puntuales (por cada transacción en el tiempo) y los precios promedios anuales. A partir de las recomendaciones de Cristi et al. (2013), no se eliminaron observaciones atípicas de la muestra de datos obtenidas, dado que, a diferencia de estudios de DAA consuntivos donde se eliminan este tipo de datos para el análisis de precios (por ejemplo Cristi et al., 2013; Rodríguez, 2014), el precio del DAANC no estaría solamente determinado por el caudal, sino que también podría estar determinado por otras características del derecho como por ejemplo la ubicación de los puntos de captación y restitución, las diferencias de altitud aprovechables para la generación o la distancia a una red eléctrica (Cristi et al., 2013).

Resultados

Análisis exploratorio de los DAANC: inscripciones, usos, caudal, distribución espacial

Entre los años 1981 y 2016 se registraron un total de 373 inscripciones de DAANC de ejercicio permanente y continuo en el CBR de Río Bueno. El total de DAANC originalmente

Tabla 1

Número de inscripciones de DAANC individualizados por tipos de inscripción, en proporción al total de registros de DAANC.

Tipos de Inscripciones	N°	%	Vía obtención DAANC
Constitución (No Mercado)	196	52,5	Asignación estatal de DAANC.
Adjudicación en Remate (Mercado)	2	0,5	
Concesión (No Mercado)	2	0,5	
Regularización (No Mercado)	2	0,5	
Compraventas (Mercado)	109	29,2	
Traslado (No Mercado)	30	8,0	Transferencias, transmisiones o traslados de DAANC.
Aporte (Mercado)	16	4,3	
Dominio			
Asignación de Activos (No Mercado)	9	2,4	
Dación en Pago (Mercado)	3	0,8	
Herencia (No Mercado)	3	0,8	
Permuta (No Mercado)	1	0,3	
Total	373	100	

Fuente: elaboración propia.

otorgados por la DGA (asignación) y/o mercado (asignación por remate) fue de 202. De estos derechos asignados, 109 no sufrieron modificaciones o alteraciones en sus características esenciales (propiedad, caudal, coordenadas, etc.), siendo los restantes 93 derechos objeto de reasignaciones por diferentes mecanismos, como transacciones, transmisiones o traslados (modificaciones desde el acto original de constitución hasta la titularidad actual). De este modo, el total de DAANC vigentes a diciembre de 2016 fue de 203¹⁴.

A partir del universo total de inscripciones de DAANC (373), se identificaron once tipos de inscripciones (Tabla 1). Existe una clara dominancia de la Constitución de DAANC por parte del Estado, seguidos por Compraventas y por Traslados de puntos de captación y/o restitución del

¹³ Para el caso de Chile, la tasa de descuento puede ser homologada a la tasa de inflación promedio, que corresponde al promedio de la variación interanual porcentual del Índice de Precio al Consumidor (IPC) (Rodríguez, 2014). Dicha tasa se obtuvo como el promedio del valor de abril, desde 1992 hasta 2016, considerando la recomendación de Rodríguez (2014) de no tomar años anteriores a 1992 por las fuertes variaciones interanuales de la tasa de inflación.

¹⁴ Un DAANC fue dividido en caudal y punto de captación producto de una transacción de mercado, resultando dos derechos diferenciables y totalizando 203 DAANC vigentes.

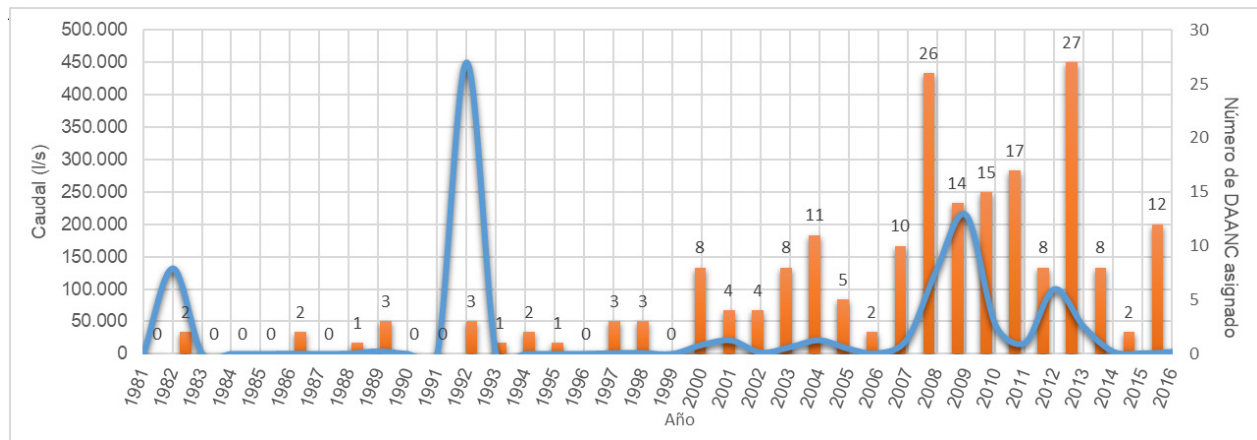


Figura 3. Número de DAANC asignados (barras anaranjadas) junto a su respectivo caudal total anual (L/s, línea azul) en el periodo 1981-2016. Fuente: elaboración propia.

derecho. Destacan dos inscripciones asociadas a una adjudicación en Remate como una forma de asignación de DAANC, referente a un mecanismo de remate al mejor postor y no por una asignación estatal. Por tanto, dominan las inscripciones por asignación por sobre la reasignación de DAANC durante el periodo de estudio.

El caudal total asignado a lo largo del periodo de estudio y vigente a diciembre de 2016 fue de 1.244.184 L/s. Desde 1981 y hasta fines de la década del 90 se presentó un bajo número de DAANC asignados, pero con caudales de gran magnitud en comparación a los caudales asignados a posteriori. En la Figura 3 se observa que en 1992 se asignaron tres DAANC que en su conjunto totalizan 450.000 L/s. Estos derechos tienen su punto de captación en el río Pilmaiquén, cauce de un caudal medio anual superior a los 200.000 L/s, con base en los registros de la estación fluviométrica de la DGA ubicada en el río en cuestión (ver Figura 1). Desde el 2000 en adelante se observa un aumento en el número de DAANC asignados, sin embargo, los caudales asignados son de menor magnitud a excepción del año 2009, donde se asignaron 14 DAANC totalizando casi 250.000 L/s (figura 3).

En cuanto a los DAANC vigentes, en la Figura 4 se observa su distribución espacial junto a su caudal medio anual clasificado en cinco categorías. Como se aprecia, la mayoría de los derechos que involucran grandes caudales se ubican en torno a los ríos Bueno y Pilmaiquén, ambos de caudal medio anual superior a los 100.000 L/s, dado su importante aporte lacustre. A su vez, destaca una serie de derechos ubicados en la cabecera del lago Maihue, que también presentan caudales de gran magnitud en comparación al resto. La mayoría de los derechos (163) se encuentran en la primera categoría (0 a 2.300 L/s), y

se ubican en zonas de alta pendiente (inicios de cauces), lugares propicios para desarrollar una MCH. A medida que disminuye la pendiente de los cauces (de este a oeste) se presentan derechos de mayor caudal, que pueden relacionarse a centrales hidroeléctricas de mayor magnitud.

En complemento a la figura anterior, en la Figura 5 se ilustra la distribución espacial de DAANC diferenciados por su tipo de uso. Se observa que los usos hidroeléctricos se ubican en zonas con mayor pendiente y a lo largo de cauces, lo que pudiera significar la construcción futura de MCH en cadena. En la parte nordeste del lago Puyehue y en la zona sur y oriente del lago Ranco se concentran una serie de DAANC de uso hidroeléctrico. Desde la desembocadura del lago Puyehue también se concentran una serie de derechos en zonas de menor pendiente, pero de mayor caudal. En el caso del uso piscícolas, los DAANC se ubican en su mayoría cercanos a lagos y en las partes bajas de los ríos. A partir del análisis combinado de la Figura 4 y Figura 5 se desprende que los derechos podrían ser valorizados no solo por su caudal sino también por la ubicación del derecho relacionado a la cercanía a centros de consumo (hidroelectricidad), ambientes propicios y conectados para el desarrollo del cultivo del salmón en etapas juveniles (pisciculturas) u otras características relacionadas a cada actividad.

Se identificaron 95 titulares únicos de derechos, siendo el principal uso de agua la producción hidroeléctrica, con un 42% de los DAANC vigentes asociados a este uso, mientras que un 24% se encuentra asociado a pisciculturas. El análisis temporal relativo a los usos y propietarios de los derechos, en relación con el universo total de inscripciones de derechos (373) (Figura 6), permite observar que el uso hidroeléctrico ha estado presente desde inicios del CA de

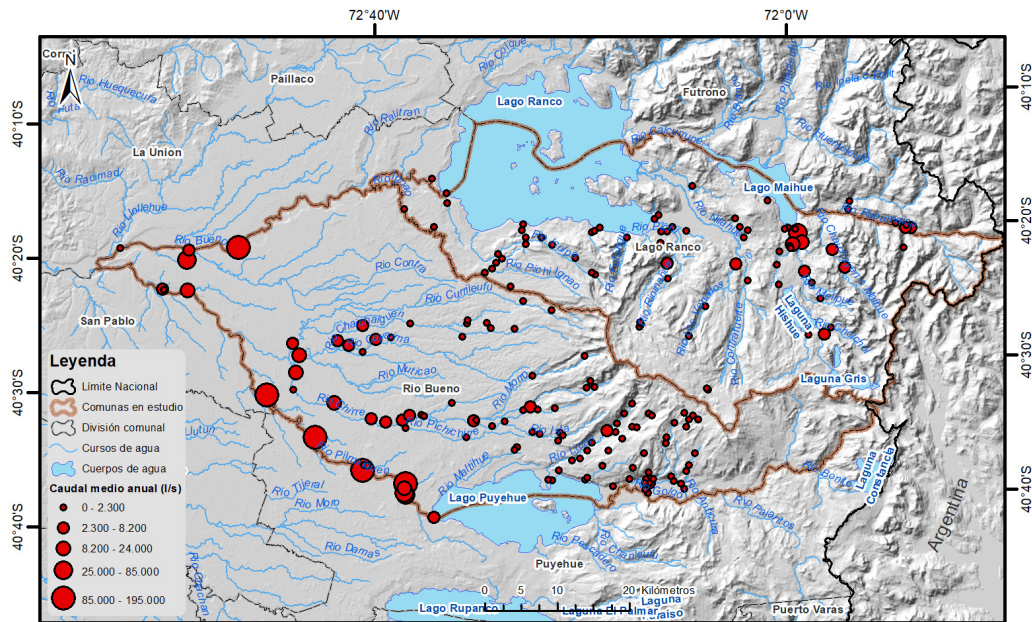


Figura 4. Distribución espacial de los derechos vigentes en la zona de estudio, diferenciados por magnitud de caudal. Fuente: elaboración propia.

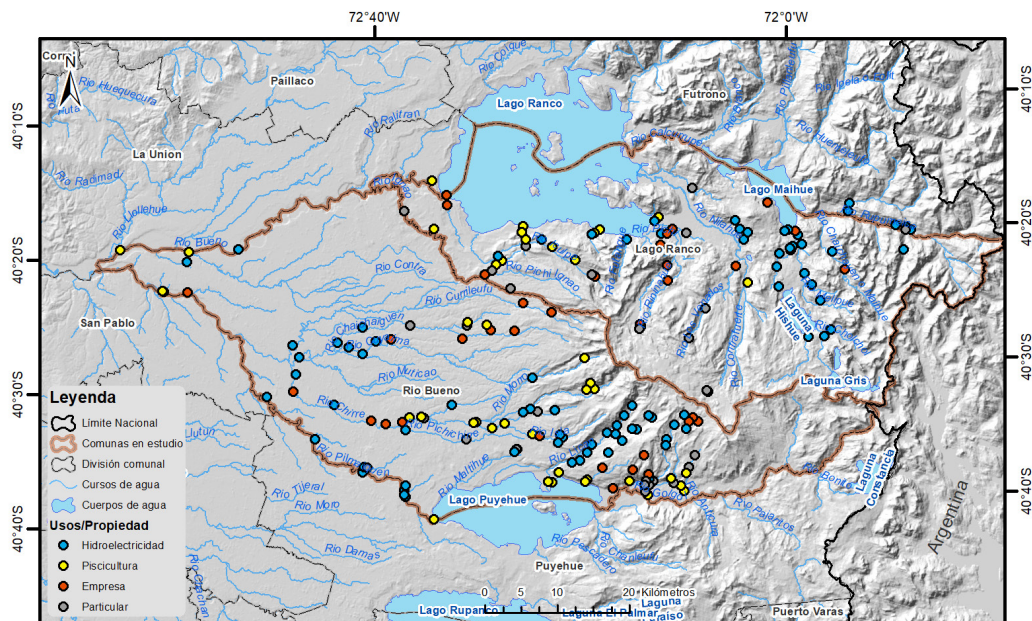


Figura 5. Distribución espacial de DAANC diferenciados por tipo de uso. Fuente: elaboración propia.

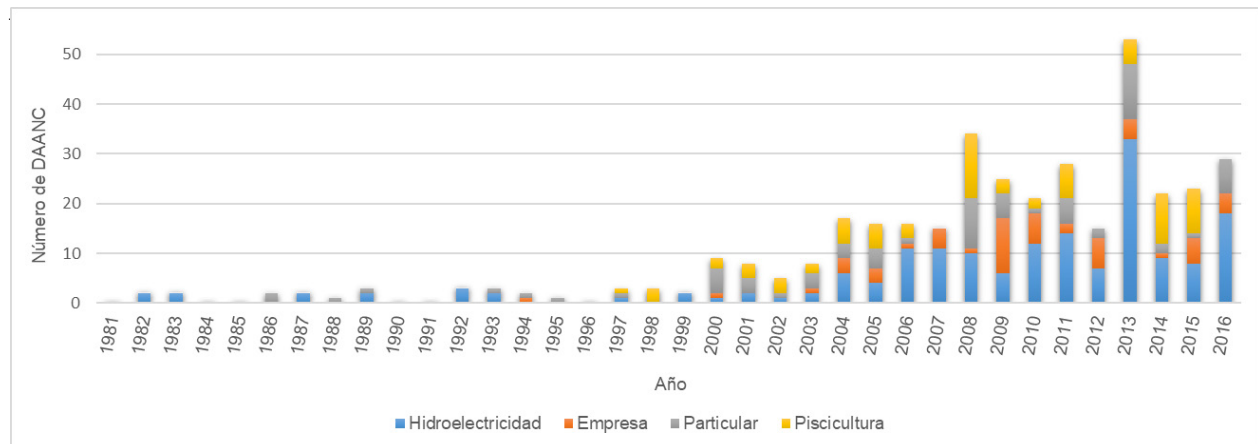


Figura 6. Número de DAANC inscritos por año relacionado a hidroelectricidad, empresas, particulares y pisciculturas, 1981-2016. Fuente: elaboración propia.

Tabla 2

Resumen de estadísticas de caudales, distancias y desniveles de derechos asociados a distintos usos/propiedades del agua, en relación con DAANC vigentes.

Usos/ Propietario	N°	Caudal total	Caudal promedio	Distancia (promedio)	Distancia (Máxima)	Desnivel (promedio)	Desnivel (Máximo)
		L/s	L/s	metros	metros	metros	metros
Hidroelectricidad	85	1.114.868,6	13.116,1	3.407,2	16.180,0	149,9	950,0
Empresa	40	55.121,9	1.489,8	1.240,3	3.526,0	131,9	865,0
Particular	35	23.401,9	709,1	1.248,4	8.758,0	63,1	750,0
Piscicultura	43	50.792,1	1.058,2	1.140,7	11.339,0	30,6	260,0
Total	203	1.244.184,5	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

1981. Este uso, además, ha presentado un aumento en el total de DAANC inscritos, con máximos en 2013, 2016, 2011 y 2006. A pesar de su desarrollo temprano, no fue hasta el periodo 2006-2007 en adelante donde comienza a aumentar la cantidad de DAANC relacionados al uso hidroeléctrico, posiblemente relacionado a un escenario favorable para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos. El uso de piscicultura también se ha concentrado en los últimos 15 años, pero con un número reducido en comparación al uso de hidroenergía.

En términos de magnitud de caudal, la hidroelectricidad es la principal actividad, con más de 1.000.000 de L/s en DAANC vigentes (cerca del 80% del caudal total asignado). Con una muy menor proporción de caudal total inscrito están los otros usos y propietarios donde las empresas poseen inscrito 55.121 L/s, los usos asociados

a pisciculturas 50.792 L/s y, por último, los particulares con 23,401 L/s inscritos en total.

Las distancias y desniveles entre los puntos de captación y restitución de los DAANC poseen diferencias entre actividades propietarias de DAANC (Tabla 2). Los derechos asociados al uso hidroeléctrico se caracterizan por tener mayores desniveles (~150 metros de desnivel en promedio) en relación con la actividad piscícola, que tiene derechos con desniveles promedio más bajos (26 metros). Los derechos que se destinarían a cada uso también tienen diferencias en cuanto a la distancia, llegando incluso a 16 kilómetros como distancia máxima para el caso de los derechos para hidroelectricidad, con una distancia promedio de 3.400 metros, a diferencia de la distancia máxima (11 kilómetros) y promedio (1.100 metros) de derechos con uso piscícola.

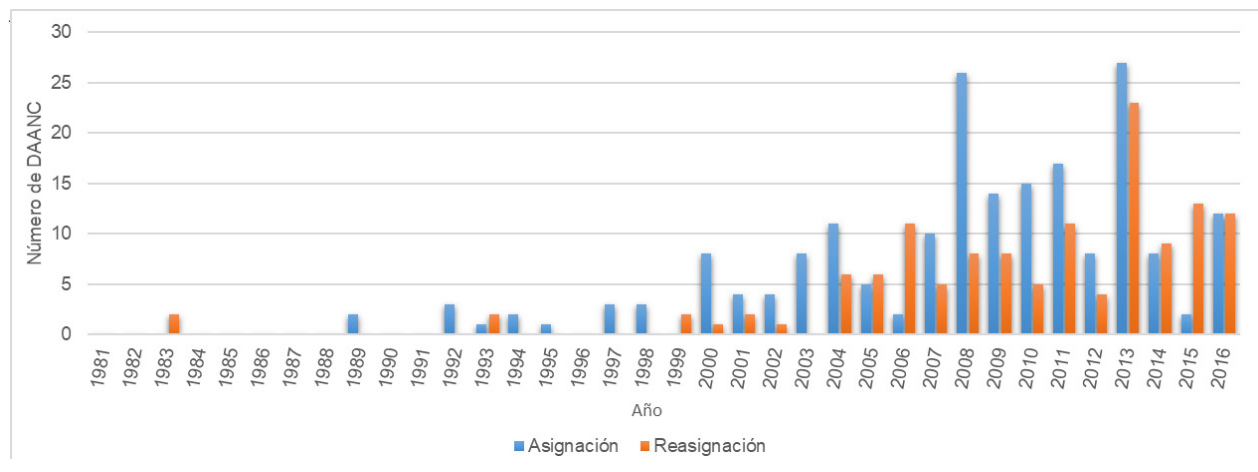


Figura 7. Evolución temporal del número de DAANC asignados y reasignados por año, periodo 1981-2016, siendo destacado el periodo 2000-2016 por su mayor actividad de asignación y reasignación. Fuente: elaboración propia.

Análisis del mercado de DAANC: actividad, compradores, vendedores y precios

De los DAANC vigentes, un 55% ha sido asignados o reasignado por mecanismos de No Mercado (por ejemplo constitución, herencias), mientras que 9% asociado de las inscripciones de derechos vigentes se asocian a traslados¹⁵. En relación con el Mercado, un 36% del total de DAANC vigentes fue transado, siendo incluso esta profundidad del mercado de un 45% al considerar solo los DAANC inscritos y vigentes durante el periodo 2009-2016. La actividad de mercado se concentró en los últimos 16 años, a pesar de que aún se mantuvo activa la asignación de derechos¹⁶ (Figura 7), es decir, aun presentándose un escenario de disponibilidad hídrica en que el Estado DAANC asignó a privados, el mercado se mostró activo (hubo reasignación). El mercado estudiado tuvo, en promedio, 3,6 transferencias por año, llegando a 10 al tomar el periodo 2008-2016. El 40% de los DAANC asignados fueron posteriormente parte de una transferencia de mercado en algún momento del periodo de estudio.

En la literatura, incluso en sectores que históricamente han sido reconocidos por su intensa actividad de mercado (por ejemplo valle del Limari), la profundidad de mercado ha rondado el 30% (Aedo, 2015; Bujes, 2015; Cristi et al., 2013; Donoso et al., 2001; Fuster, 2013; Rodríguez, 2014; Romano y Leporati, 2002). Por tanto, es posible calificar el

mercado como más activo que los mercados de DAAC de los casos citados, puesto que la propiedad actual de derechos se explica en mayor medida por mecanismos de mercado.

Este patrón relacionado a un mercado activo durante el periodo más reciente de estudio podría evidenciar un mayor interés por el desarrollo de proyectos de inversión asociados a DAANC. Reafirma lo anterior la mayor presencia de Traslados en este periodo, mecanismo utilizado por desarrolladores de centrales hidroeléctricas para ajustar, en base a estudios de ingeniería, los puntos finales de captación y/o restitución de un proyecto (Tello Guerra, 2011).

En cuanto a los tipos de compradores y vendedores del mercado, existe una clara predominancia de la hidroelectricidad en relación con derechos vigentes inscritos vía mercado, representando más del 60% de los derechos vigentes. Analizando el total de inscripciones de DAANC, el principal comprador y vendedor de derechos fue la hidroelectricidad, con un 42% y un 54% respectivamente, seguido por la piscicultura y las empresas. Asimismo, las transacciones más frecuentes (vendedor-comprador) fueron intrasectoriales (entre hidroelectricidad) (Tabla 3).

El dinero total transado en el mercado de DAANC en los últimos 35 años fue de aproximadamente 31 mil millones de pesos en valor presente (actualizados al

¹⁵ La categoría Mercado incluyó adjudicación en remate, aporte, compraventa, dación en pago y permuta. Por el contrario, constitución, dominio de asignación de activos, herencia, concesión (que no tiene representación en los DAANC vigentes) y regularización formaron parte de la categoría No Mercado de Agua. Los traslados no se encuentran en ninguna categoría, dado que no se produce un cambio en la titularidad del derecho.

¹⁶ Entre los años 2000 y 2016 se concentró cerca del 90% de constituciones de derechos en relación con el total de inscripciones iniciales (inscripciones de No Mercado).

Tabla 3

Transferencias intrasectoriales e intersectoriales de DAANC (% del total).

Vendedor	Total	Comprador			
		Hidroelectricidad	Piscicultura	Empresa	Particular
Hidroelectricidad	42%	40%	0%	1%	1%
Piscicultura	14%	2%	6%	3%	4%
Empresa	17%	7%	4%	6%	0%
Particular	27%	6%	7%	7%	7%
Total	100%	54%	17%	17%	12%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4

Resumen de estadística descriptiva obtenida a partir de transacciones de mercado para el área de estudio durante el periodo 1981-2016.

Tipo de inscripción	Cantidad	Máximo	Mínimo	Promedio	Mediana	Desviación Estándar	Coef. de Variación
Compraventa	79	\$1.509.036	\$14	\$198.526	\$47.930	\$412.718	208%
Aporte	8	\$117.980	\$77	\$36.325	\$33.926	\$38.767	107%
Permuta	1	\$1.358.189	-	-	-	-	-
Dación en Pago	3	\$165.735	\$887	\$56.076	-	-	-
Adj. en Remate	2	\$735.800	\$47.802	\$391.801	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

2016), equivalente a USD 46,4 millones¹⁷, distribuido en 93 transacciones efectuadas durante el periodo de estudio (universo total de datos). A partir de esta muestra (tabla 4), se obtuvo un precio promedio por el L/s de \$225.513, una desviación estándar de \$407.445 y una mediana de \$43.381. El máximo monto pagado por un L/s fue de 1,5 millones de pesos, siendo \$14 el precio mínimo. La mayoría de las transacciones (por sobre el 80%) estuvieron bajo el rango de los \$400.000 el L/s, mientras que cerca del 35% de los precios estuvieron bajo los \$10.000 el L/s, estos valores extremos son los que permitirían explicar la gran diferencia entre el precio promedio y la mediana.

Las compraventas representaron el 85% de las transacciones de mercado (n=79; tabla 4). En la figura 8 se muestra la evolución temporal del precio por L/s de las compraventas por uso. No existe una tendencia clara al aumento o disminución

de precios, presentándose una alta dispersión en los precios (coeficiente de variación sobre el 170%). Sí es posible observar que desde el 2006 los precios del L/s han presentado valores mayores en relación con el periodo anterior a este año (1981-2005), que el uso hidroeléctrico y la propiedad de empresas se relacionan a los mayores precios, y que los mayores precios de las compraventas se presentaron entre 2007 y 2015. Esto se condice con una mayor asignación y reasignación de mercado en el área de estudio, una predominancia del uso hidroeléctrico y mayores precios de la energía por distintos mecanismos de venta, lo último documentado por la Comisión Nacional de Energía (CNE, 2019).

Finalmente, con respecto a los precios promedio anuales de transacciones de DAANC, se observa un aumento del valor desde el 2004, teniendo un máximo en 2010 y una disminución desde ahí hasta la fecha (Figura 9). Del

¹⁷ Para una cotización de dólar observado promedio para el mes de diciembre de 2016 de \$667 (valor de un dólar).

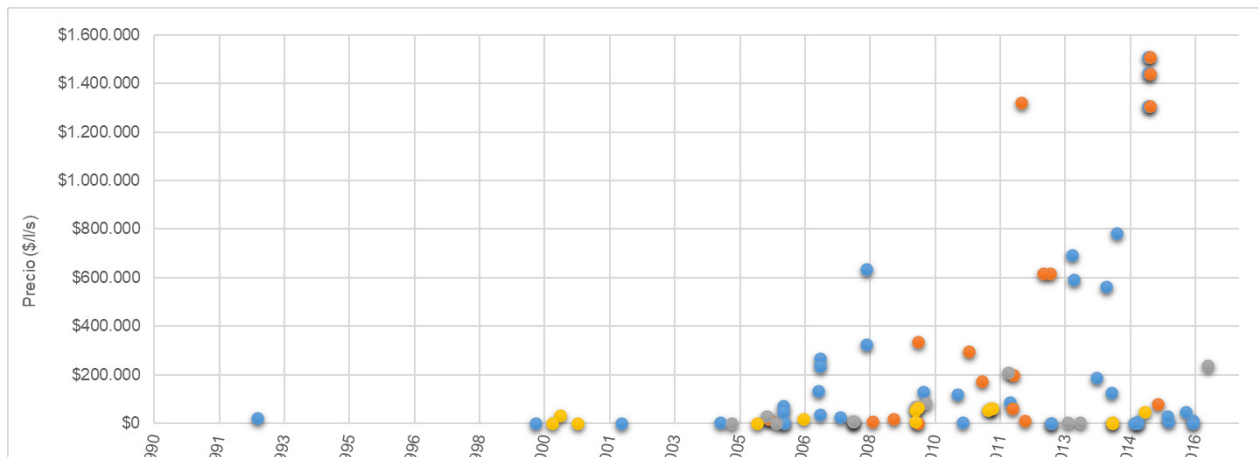


Figura 8. Distribución temporal de los precios del litro por segundo diferenciado por uso, periodo 1981-2016. Fuente: elaboración propia.

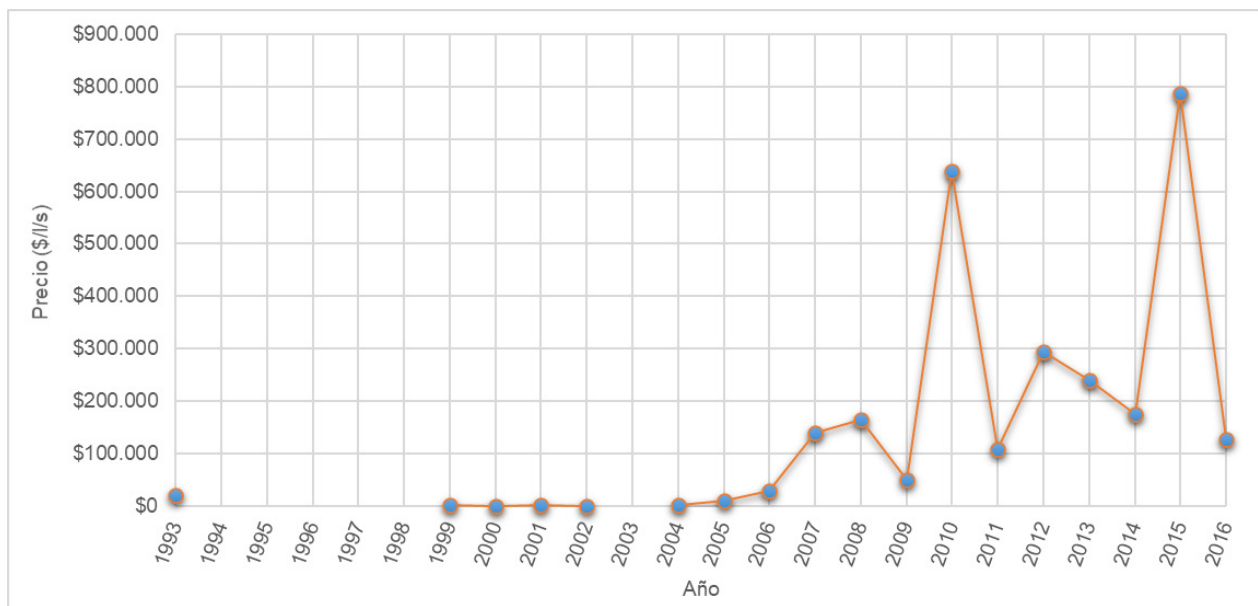


Figura 9. Distribución temporal de los precios promedio del litro por segundo por año sin valores extremos, periodo 1981-2016. Fuente: elaboración propia.

mismo modo que los precios puntuales durante el periodo de estudio, se observa un comportamiento errático de los precios promedio anuales por L/s. Sin embargo, y considerando los demás resultados ya expuestos, es posible observar que los mayores precios se comenzaron a presentar a medida que el mercado comenzó a activarse y privados relacionados a la actividad hidroeléctrica comienzan a comprar y vender derechos. Algunos autores (Donoso, 2003, 2015; Donoso et al., 2001; Fuster, 2013; Hearne y Donoso, 2014; Jordán, 2007; Rodríguez, 2014) evidencian que en mercados de DAA consuntivos, existe una negociación uno a uno en la mayoría de los intercambios, en abundancia de información privada y siendo determinante el poder de negociación privada en ausencia de una fijación de precios.

Discusión

El mercado de aguas chileno ha sido ampliamente estudiado en términos de transferencias, precios y equidad en Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) consuntivos, particularmente en la zona norte y central de Chile, donde la narrativa común del mercado está centrada en la escasez de agua como el factor que gatilla el mercado, en un contexto de sobreexplotación del agua y con usos predominantemente de riego, minería y de agua potable.

Esta investigación buscó llenar la falta de entendimiento sobre cómo los mercados de agua operan en áreas con un desarrollo de MCH concentrado, específicamente en el

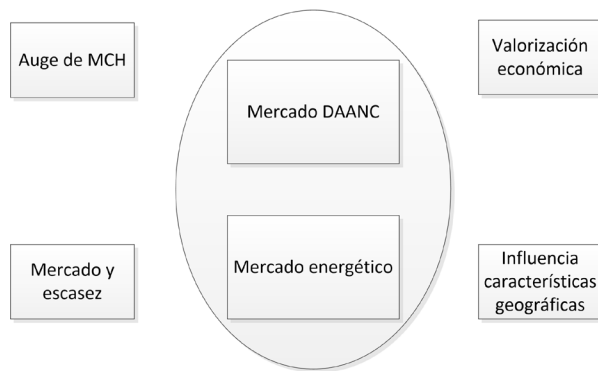


Figura 8. Aspectos clave que dan algunas luces de la interacción entre el mercado energético y de DAANC, relacionados al auge de MCH, la influencia de las características geográficas como factor dinamizante del mercado (en lugar de la escasez de agua) y la compleja valoración económica de los DAANC que influyen en el proceso de *commoditización*. Fuente: elaboración propia.

régimen de precios y el nivel de actividad de mercado. Los resultados muestran que este tipo de mercado fue activo en el área de estudio, y que el nivel de actividad de mercado y los precios de los DAA no consuntivos no responden a la escasez de agua sino más bien a una configuración geográfica (desnivel, distancia, ubicación con respecto a líneas) y económica (estudios de factibilidad, evaluación ambiental de proyectos, desarrollo de proyectos de inversión) asociada al derecho, en un contexto de Transición a Energías Renovables a través de MCH desde el año 2005.

La relación entre agua y energía no es nueva. Según Bauer (2009) y Prieto y Bauer (2012), el agua y la energía están interconectadas, lo que es posible de reconocer en las influencias de un mercado sobre otro: en este caso, del mercado eléctrico sobre el mercado del agua (DAANC). Bajo un enfoque del Nexo Agua-Energía, la valoración económica de los DAANC no solo depende de la escasez relativa de agua, sobre todo considerando el contexto institucional *ad hoc* para la Transición Energética, con un escenario favorable hacia el desarrollo de MCH, en su calidad de ERNC, desde el año 2005.

Más específicamente, el mercado estudiado en este artículo demostró tener un nivel de actividad comparable con mercados activos de DAA consuntivos de la zona centro-norte de Chile junto con dar algunas luces de la interacción entre el agua y la energía. Esta interacción se refleja en tres aspectos clave del mercado estudiado:

1) desarrollo del mercado de DAANC estuvo influido por el auge de las MCH como tecnología ERNC, 2) el mercado fue activo, lo que no fue motivado principalmente por la escasez de agua como el mercado de DAAC sino más bien las características geográficas y económicas del proyecto hidroeléctrico potencial involucrado, influyendo en el proceso de *commoditización* del DAANC, 3) la valoración económica de los DAANC se explicaría por características del sector de eléctrico como el potencial de generación y los avances en trámites relacionados a la evaluación ambiental o el desarrollo ingenieril del proyecto (Kelly y Valdés-Negróni, 2021) (Figura 10).

Auge de las MCH como tecnología ERNC

Las MCH como tecnología de generación eléctrica ha sido favorecida por diversos incentivos económicos y normativos para su desarrollo, junto a precios favorables de la electricidad en el último tiempo (Celis, 2011; CNE, 2019; Kelly, 2018; Sauma, 2012). A partir de los datos de proyectos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental¹⁸ y datos de generación proyecto hidroeléctricos de la CNE¹⁹, así como estudios relacionados a MCH (Kelly et al., 2017; Kelly y Valdés-Negróni, 2021), es posible identificar que desde mediados de la década 2000-2010 comienzan a presentarse proyectos de MCH en la zona de estudio, periodo que coincide con un aumento en la actividad de mercado y la asignación estatal de DAANC. Con respecto a los precios de los DAANC por unidad de caudal, es relevante observar que un aumento en los precios de venta de electricidad podría haber influido en los precios del mercado estudiado. En esta línea, los precios de electricidad comercializada por diversos mecanismos financieros en el periodo 2006-2016 se caracterizaron por ir en aumento, con altos precios entre 2008 y 2013, y también por un comportamiento errático (CNE, 2019), lo que se condice con la dispersión de precios por unidad de caudal y altos precios en el mismo periodo de los DAANC.

Actividad de mercado no explicada por escasez de agua

Entendiendo este proceso de valoración de los DAANC (*commoditización*), lo que explicaría el dinamismo del mercado de DAANC no sería la escasez hídrica, como si ocurre en otras regiones del país en que la escasez hídrica motiva a privados a obtener DAA a través del mercado (Cristi et al., 2013; Donoso, 2018; Donoso

¹⁸ Disponibles en: <https://www.sea.gob.cl/>

¹⁹ Datos de generación bruta del sistema eléctrico nacional que están disponibles en estadísticas públicas de electricidad de la Comisión Nacional de Energía: <https://www.cne.cl/estadisticas/electricidad/>

et al., 2010), sino más bien una compleja interacción entre las condiciones de caudal, diferencias en desnivel y distancia que canalizan el potencial hidroeléctrico. Estas características constituyen variables claves a considerar por desarrolladores de proyectos de inversión, en función obtener un determinado DAANC (Kelly, 2018; Olivares et al., 2016; Tello Guerra, 2011). Una demostración clara de esto es que, aún cuando era posible constituir nuevos derechos de agua en una zona, se utilizó el mercado de manera importante para obtener DAANC, la escasez de agua no fue un factor explicativo del mercado.

Valoración económica de los DAANC y proceso de *commoditización*

La valoración económica de los derechos transados en el mercado y destinados a la generación eléctrica está relacionada a la capacidad y aptitudes de generación. La hidroelectricidad se caracteriza por no solo buscar un determinado caudal para desarrollar una central, sino que también una localización óptima, que incluya un desnivel y una distancia entre puntos de captación y restitución favorable para generar, así como también una ubicación propicia en relación con puntos de conexión a la red eléctrica (ya sea transmisión o distribución). Tello Guerra (2011) detalla que, al momento de desarrollar un proyecto hidroeléctrico, existen dos caminos: 1) un privado busca el lugar indicado para desarrollar un proyecto en base a una idea y luego evalúa si hay que solicitar al Estado o comprar derechos a un privado, o 2) el desarrollador, y en base a los derechos bajo su propiedad, desarrolla un proyecto de inversión que luego puede vender o materializarlo en una central. La llegada de proyectos de líneas de transmisión, por ejemplo, podría ser un agente dinamizador del mercado, profundizando la relación entre el mercado eléctrico y el mercado de aguas. Asimismo, la opción de realizar Traslados en los puntos de captación y restitución representa un mecanismo reglamentario para flexibilizar y dinamizar el mercado, junto con maximizar el potencial de generación.

La complejidad de este mercado es mayor que el mercado de DAA consultivos, y por tanto del proceso de *commoditización*. El precio declarado de un DAANC puede responder solo a los atributos mismos del derecho (desnivel, caudal, ubicación) o también a ítems asociados al desarrollo de un proyecto mismo (estudios técnicos,

ingeniería conceptual, estudios de impacto ambiental, estudios financieros, entre otros): si un privado desea comprar un DAANC, puede pagar por el derecho mismo y/o por los estudios de factibilidad asociados que viabilizan desarrollar una central hidroeléctrica.

Kelly (2018) y Kelly y Valdés-Negróni (2021) documentan que el precio por los DAANC estaría condicionado por varios valores de uso, como la capacidad de comodificar la electricidad²⁰ (posibilidad de construir una conexión a una línea de tensión y vender la electricidad en el mercado eléctrico), deudas asociadas a patente por no uso o permisos y estudios ambientales-ingenieriles-legales conducentes a su aprobación como un proyecto de desarrollo económico. Fácilmente es posible vender carpetas de información en conjunto al derecho, incrementando su valor individual (costo de oportunidad). Existen una serie de sitios web chilenos dedicados a la compra y venta de DAA²¹, donde los precios de DAANC incluyen, además de un caudal y una ubicación determinada, terrenos, estudios de prefactibilidad, presupuestos para desarrollar proyectos, u otros ítems, lo que puede influir en los precios declarados en los registros de transacciones de DAANC en el CBR de Río Bueno y sitúa a este mercado con actores especializados en un entorno de negociaciones bilaterales con información privada.

Conclusiones

Esta investigación se centró en realizar un análisis acabado del mercado de DAANC en un caso de estudio en la Región de los Ríos, buscando entender cómo se había comportado dicho mercado a la luz de un escenario energético orientado hacia el desarrollo de MCH. El mercado estudiado demostró ser activo y dominado por compradores y vendedores relacionados al rubro hidroeléctrico. La asignación estatal de DAANC se mantuvo activa a contar del 2000, mismo periodo donde la actividad de mercado se volvió más activa. Las transacciones estudiadas significaron movimientos por cerca de 47 millones de dólares (al 2016). Los precios se caracterizaron por su gran dispersión y un comportamiento errático que pudiera estar relacionado a cambios en la rentabilidad hidroeléctrica.

El Nexa Agua-Energía es clave para entender como este tipo de mercados se comporta. El mercado de DAANC pudo haber estado influenciado principalmente por incentivos normativos y financieros, junto con condiciones de mercado y políticas favorables para el desarrollo de MCH. Uno de

²⁰ El enfoque neoliberal, al igual que la legislación de aguas, también se desarrolla en el ámbito energético, aunque con una mayor regulación estatal: la electricidad es un bien transable en un mercado fuertemente regulado por el Estado (Bauer, 2009).

²¹ Algunos de los sitios mencionados son: Agua circular (<http://www.aguacircular.cl/>), Portal Hídrico (<http://portalhidrico.cl/>), Mercado Hídrico (<https://mercadohidrico.cl/>) y Ges Aguas (<https://gesaguas.cl/>).

los principales motivos que gatilla esta conclusión es que la actividad de mercado no respondió a la escasez de agua sino más bien a una configuración geográfica (desnivel, distancia, ubicación con respecto a líneas eléctricas), que puede verse potenciada por factores económicos asociados al DAANC, en un contexto de Transición a Energías Renovables. Es así como la *commoditización* del agua a través de DAANC disponibles para ser transados en el mercado es compleja, técnica y multidimensional, basada en las posibilidades o no de desarrollar un proyecto hidroeléctrico en sitios donde sea factible instalar un proyecto hidroeléctrico que pueda evacuar la electricidad hacia los sistemas de distribución y/o transmisión.

Replicar este tipo de estudio en otras zonas del país, en el contexto de la economía del desarrollo de proyectos de inversión asociados a la hidroelectricidad, junto con formas más complejas que permitan explicar su comportamiento pueden ser pasos futuros para la investigación de este tipo de mercados, así como profundizar en el estudio del proceso de *commoditización* y de la influencia de la actividad hidroeléctrica en las economías regionales junto a sus respectivas implicancias territoriales (ver por ejemplo Bustos-Gallardo y Prieto, 2019), como en La Araucanía y Biobío, donde el desarrollo hidroeléctrico es relevante.

Referencias

- Aedo, M. V. (2015). *Estudio de la propiedad del agua subterránea correspondiente al acuífero del río La Ligua, Región de Valparaíso, Chile* [Tesis de pregrado]. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/151434>
- Anderson, D., Moggridge, H., Warren, P. y Shucksmith, J. (2015). The impacts of ‘run-of-river’ hydropower on the physical and ecological condition of rivers. *Water and Environment Journal*, 29(2), 268-276. <https://doi.org/10.1111/wej.12101>
- Anríquez, G. y Melo, O. (2018). Chapter 4. The Socio-Economic Context of Chilean Water Consumption and Water Markets Growth: 1985–2015. En G. Donoso (Ed.), *Water Policy in Chile* (1ra ed., p. 224). Global Issues in Water Policy 21, Springer. <https://www.springer.com/gp/book/9783319767017>
- Arcaya, N. (2015). *Análisis de la concentración de la propiedad de derechos de agua no consuntivos en Chile* [Tesis de pregrado]. Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/147645>
- Banco Mundial. (2013). *Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua*. Unidad de Ambiente y Aguas, Departamento de Desarrollo Sostenible, Región para América Latina y el Caribe, Banco Mundial. <http://www.dga.cl/Documents/Chile DGA Estudio para el Mejoramiento del Marco Institucional para la Gestion del Agua.pdf>
- Bauer, C. J. (1997). Bringing Water Markets Down to Earth: The Political Economy of Water Rights in Chile, 1976-95. *World Development*, 25(5), 639-656. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(96\)00128-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(96)00128-3)
- Bauer, C. J. (1998a). *Against the Current. Privatization, Water Markets, and the State in Chile*. L. Springer Science+Business Media (ed.). Kluwer Academic Publishers. <https://www.springer.com/gp/book/9780792382270>
- Bauer, C. J. (1998b). Slippery Property Rights: Multiple Water Uses and the Neoliberal Model. *Natural Resources Journal*, 38(1), 109-155. <https://www.jstor.org/stable/24888446>
- Bauer, C. J. (2008). The experience of Chilean water markets. *Expo Zaragoza: Water Economics and Financing*, 1-11. http://cjbauer.faculty.arizona.edu/sites/cjbauer.faculty.arizona.edu/files/CJB_Expo_Zaragoza_July_08.pdf
- Bauer, C. J. (2009). Dams and Markets: Rivers and Electric Power in Chile. *Natural Resources Journal*, 49(3-4), 583-651. <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=77955327124&partnerID=8YFLogxK>
- Budds, J. (2004). Power, Nature and Neoliberalism: The Political Ecology of Water in Chile. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 25(3), 322-342. <https://doi.org/10.1111/j.0129-7619.2004.00189.x>
- Budds, J. (2009). Contested H2O: Science, policy and politics in water resources management in Chile. *Geoforum*, 40(3), 418-430. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2008.12.008>
- Budds, J. (2020). Gobernanza del agua y desarrollo bajo el mercado: las relaciones sociales de control del agua en el marco del Código de Aguas de Chile. *Investigaciones Geográficas*, (59), 16-27. <https://doi.org/10.5354/0719-5370.2020.57717>

- Bujes, N. (2015). *Estudio de la propiedad del agua subterránea del acuífero del río Petorca en la Región de Valparaíso, Chile* [Tesis de pregrado]. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/150902>
- Bustos-Gallardo, B. y Prieto, M. (2019). Nuevas aproximaciones teóricas a las regiones-commodity desde la ecología política. *Eure*, 45(135), 153-176. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612019000200153>
- Buzolic, B., Arumí, J. L. y Jimenez, J. (2021). How Much Does Water Management Cost? The Case of the Water Market in the Ñuble River of South-Central Chile. *Water*, 13(3), 258. <https://doi.org/10.3390/w13030258>
- Castree, N. (2003). Commodifying what nature? *Progress in Human Geography*, 27(3), 273-297. <https://doi.org/10.1191/0309132503ph428oa>
- Celis, D. (2011). *Conexión de energías renovables no convencionales al sistema eléctrico*. [Tesis de Pregrado]. Pontificia Universidad Católica de Chile. <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/paperspdf/DanielCelis.pdf>
- CNE. (2019). *Anuario Estadístico de Energía 2018*. CNE, Ministerio de Energía. <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2019/04/Anuario-CNE-2018.pdf>
- Corral, M., Grizel, H., Montes, J. y Polanco, E. (2000). *La Acuicultura: Biología, regulación, fomento, nuevas tendencias y estrategia comercial*. Tomo I. Fundación Alfonso Martín Escudero. <http://www.fundame.org/portfolio-item/la-acuicultura-biologia-regulacion-fomento-nuevas-tendencias-y-estrategia-comercial-2/>
- Couto, T. B. A., & Olden, J. D. (2018). Global proliferation of small hydropower plants – science and policy. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(2), 91-100. <https://doi.org/10.1002/fec.1746>
- Cristi, O. y Poblete, C. (2011). *No uso de derechos de agua: ¿una decisión ineficiente o eficiente? y patentes por no uso en Chile*. Documento de trabajo N° 16. Universidad del Desarrollo. <https://gobierno.udd.cl/files/2012/12/Oscar-Cristi-y-Carlos-Poblete.-09-2011.pdf>
- Cristi, O., Donoso, G. y Melo, O. (2013). *Estimación del Precio de Mercado y Precio Social de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas. Informe Final*. Asesorías y Consultorías del Desarrollo S.A. https://www.researchgate.net/publication/320068177_Analisis_Estimacion_Del_Precio_Privado_De_Los_Derechos_De_Aprovechamiento_De_Aguas_de_Chile/citations
- Cristi, O., Vicuña, S., de Azevedo, L. G. y Baltar, A. (2001). Mercado de Agua para Irrigación: Una Aplicación al Sistema Paloma de la Cuenca del Limarí, Chile. En *World Bank-Netherlands Water Partnership Program (BNWPP)* (pp. 1–12). World Bank-Netherlands Water Partnership Program (BNWPP).
- Daher, A. (2003). Regiones-commodities. Crisis y contagio en Chile. *Eure*, 29(86), 89-108. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612003008600005>
- Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos. (2015). Política Nacional para los Recursos Hídricos. Ministerio del Interior y Seguridad Pública. http://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf
- Donoso, G. (2003). Mercados de Agua: Estudio de Caso del Código de Aguas de Chile de 1981. *Global Water Partnership y CEPAL*. <https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/0/23340/InCh01503.pdf>
- Donoso, G. (2006). Water markets: Case study of Chile's 1981 Water Code. *Ciencia e Investigación Agraria*, 33(2), 157-171. <https://doi.org/10.7764/rcia.v33i2.1299>
- Donoso, G. (2015). The evolution of water markets in Chile. En M. Lago, J. Mysiak, C. Gómez, G. Delacámara, y A. Maziotis (Eds.), *Use of Economic Instruments in Water Policy: Insights from International Experience* (pp. 265-278). Springer International Publishing. <https://www.springer.com/gp/book/9783319182865>
- Donoso, G. (2018). Water Policy in Chile. En *Water Policy in Chile* (1ra ed., Vol. 21). Global Issues in Water Policy 21, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76702-4>
- Donoso, G., Cancino, J., Melo, O., Rodríguez, C. y Contreras, H. (2010). *Análisis del mercado del agua de riego en Chile: Informe final*. ODEPA. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2010/03/MercadoAguaValpo.pdf>

- Donoso, G., Jouravlev, A., Peña, H. y Zegarra, E. (2004). *Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur*. Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 80, 81. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6448-mercados-derechos-agua-experiencias-propuestas-america-sur>
- Donoso, G., Montero, J. P. y Vicuña, S. (2001). Análisis de los mercados de derechos de aprovechamiento de agua en las cuencas del Maipo y el Sistema Paloma en Chile: Efectos de la variabilidad en la oferta hídrica y de los costos de transacción. *Revista de Derecho Administrativo Económico de Recursos Naturales*, (6), 367-387. <http://redae.uc.cl/index.php/REDAE/article/view/7666>
- Dourojeanni, A. y Jouravlev, A. (1997). La regulación de los mercados del agua. *VI Jornadas de CONAPHI-CHILE*, 1-13. <https://www.agua.org.mx/wp-content/uploads/2010/04/Regulaciondelosmercadosdelagua.pdf>
- Electricidad. (2017). Plan 100 mini hidro: A 2016 van 36 centrales en operaciones y 28 en construcción. *Electricidad*. <http://www.revistaei.cl/2017/05/02/plan-100-mini-hidro-a-2016-van-36-centrales-en-operaciones-y-28-en-construccion/#>
- Field, B. (1995). *Economía Ambiental: una introducción*. McGraw-Hill Interamericana. <http://www.bibvirtual.ucb.edu.bo:8000/opac/Record/7100/TOC>
- Fuster, R. (2013). *El estado de la gestión integrada de los recursos hídricos en Chile: estudio de casos en la cuenca del río Limarí* [Tesis Doctoral]. Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals, Universitat Autònoma de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/125651>
- Garreaud, R. D., Alvarez-Garretón, C., Barichivich, J., Boisier, J. P., Christie, D., Galleguillos, M., LeQuesne, C., McPhee, J. y Zambrano-Bigiarini, M. (2017). The 2010-2015 megadrought in central Chile: impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(12), 6307-6327. <https://doi.org/10.5194/hess-21-6307-2017>
- Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H. H. y Veloso-Aguila, D. (2020). The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*, 40(1), 421-439. <https://doi.org/10.1002/joc.6219>
- Gobierno Regional de Los Ríos. (2009). *Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2019. Región de Los Ríos*. http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/articulos-83365_archivo_fuente_0.pdf
- Hearne, R. (2018). Chapter 8. Water Markets. En G. Donoso (Ed.), *Water Policy in Chile* (1ra ed., pp. 117-130). Global Issues in Water Policy 21, Springer. <http://www.springer.com/series/8877%0Ahttp://link.springer.com/10.1007/978-3-319-76702-4>
- Hearne, R. y Donoso, G. (2014). Water Markets in Chile: Are They Meeting Needs? *Water Policy*, 11, 113-126. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9081-9>
- Jordán, C. (2007). *Análisis del mercado de derechos de aprovechamiento de aguas de la primera sección del Río Maipo, Región Metropolitana: Comportamiento de los diferentes agentes económicos y variabilidad en precios* [Proyecto de Grado Magíster Economía Agraria]. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Kelly-Richards, S., Silber-Coats, N., Crotofo, A., Tecklin, D. y Bauer, C. (2017). Governing the transition to renewable energy: A review of impacts and policy issues in the small hydropower boom. *Energy Policy*, 101, 251-264. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.035>
- Kelly, S. (2018). *Articulating Indigenous Rights Amidst Territorial Fragmentation: Small Hydropower Conflicts in the Puelwillimapu, Southern Chile* [Tesis doctoral]. University of Arizona. <https://repository.arizona.edu/handle/10150/628419>
- Kelly, S. (2019). Megawatts mask impacts: Small hydropower and knowledge politics in the Puelwillimapu, Southern Chile. *Energy Research and Social Science*, 54, 224-235. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.04.014>
- Kelly, S. H. y Valdés-Negróni, J. M. (2021). Tracing institutional surprises in the water–energy nexus: Stalled projects of Chile’s small hydropower boom. *Environment and Planning E: Nature and Space*, 4(3), 1171-1195. <https://doi.org/10.1177/2514848620945936>
- Kelly, S., Valdés-Negróni, J. M. y Guerra-Schleef, F. (2017). *Documento de Trabajo: El desarrollo de centrales hidroeléctricas de las comunidades Mapuche-Williche de la cuenca del Lago Rando y*

- Lago Maihue, Puelwillimapu* (pp. 1–40). Climate Assessment for the Southwest, University of Arizona. <https://climas.arizona.edu/publication/report/el-desarrollo-de-centrales-hidroeléctricas-en-el-territorio-de-las-comunidades>
- MINENERGIA. (2015). *Energía 2050. Política Energética de Chile*. Ministerio de Energía, Gobierno de Chile. https://www.energia.gob.cl/sites/default/files/energia_2050_-_politica_energetica_de_chile.pdf
- MMA. (2016). Capítulo 16: Agua. En MMA (Ed.), *Informe del Estado del Medio Ambiente* (pp. 319–366). Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Chile. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/08/IEMA2016.pdf>
- Montero, C. (2004). *Formación y desarrollo de un cluster globalizado: el caso de la industria del salmón en Chile*. N° 145, Serie Desarrollo Productivo. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/4538-formacion-desarrollo-un-cluster-globalizado-caso-la-industria-salmon-chile>
- Moya, H., Valdés-Negróni, J. M., Astorga, K. y Fuster, R. (2019). Demanda legal de agua, un aporte a la discusión sobre la certeza en su estimación. En E. Costa y S. Montenegro (Eds.), *La regulación de las aguas: nuevos desafíos del siglo XXI, Actas de las II Jornadas del régimen jurídico de las aguas* (pp. 401–430). DER Ediciones Limitada.
- Nasirov, S., Agostini, C. A. y Silva, C. (2017). An assessment of the implementation of renewable energy sources in the light of concerns over Chilean policy objectives An assessment of the implementation of renewable energy sources in the light of concerns. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12(8), 715-721. <https://doi.org/10.1080/15567249.2017.1292330>
- Nasirov, S., Silva, C. y Agostini, C. A. (2015). Investors' perspectives on barriers to the deployment of renewable energy sources in Chile. *Energies*, 8(5), 3794-3814. <https://doi.org/10.3390/en8053794>
- Nasirov, S., Silva, C. y Agostini, C. A. (2016). Assessment of barriers and opportunities for renewable energy development in Chile. *SSRN*. <https://doi.org/10.1080/15567249.2015.1062820>
- Núñez, D. (2016). *Plan 100 nuevas mini hidro para Chile: una puesta al día*. Ministerio de Energía. http://www.apemec.cl/wp-content/uploads/2016/08/2.-DANILO_NUNEZ.pdf
- Olivares, A., Almarzo, D., Bauzá, A., Barahona, M., Poklepovic, I., Delpino, I., Martorell, A. y Leyton, S. (2016). *Guía de gestión: Aspectos claves en el desarrollo de proyectos ERNC*. Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables. http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/CIFES/2015_Guía-de-Gestión-de-Proyectos-ERNC.pdf
- Paish, O. (2002). Micro-hydropower: Status and prospects. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy*, 216(1), 31-40. <https://doi.org/10.1243/095765002760024827>
- Peña, H. (2004). 20 años del Código de Aguas de Chile. *REGA*, 1(1), 91-103. <https://doi.org/10.21168/rega.v1n1.p91-103>
- Premalatha, M., Tabassum-Abbasi, Abbasi, T. y Abbasi, S. A. (2014). A critical view on the eco-friendliness of small hydroelectric installations. *Science of The Total Environment*, 481, 638-643. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.11.047>
- Prieto, M. (2007). *El Modelo Chileno de Gestión Hidroeléctrica: Una aproximación desde la sustentabilidad profunda* [Proyecto de Grado Magíster en Asentamiento Humanos y Medio Ambiente]. Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Prieto, M. (2016). Bringing water markets down to Chile's Atacama Desert. *Water International*, 41(2), 191-212. <https://doi.org/10.1080/02508060.2015.1107400>
- Prieto, M. y Bauer, C. (2012). Hydroelectric power generation in Chile: an institutional critique of the neutrality of market mechanisms. *Water International*, 37(2), 131-146. <https://doi.org/10.1080/02508060.2012.662731>
- Ríos, M. y Quiroz, J. (1995). The Market for Water Rights in Chile: Major Issues. E *World Bank Technical Paper* (N° 285). <http://documents.worldbank.org/curated/en/254241468769894995/The-market-for-water-rights-in-Chile-major-issues>

- Rivera Bravo, D. y Vergara Blanco, A. (2015). *Patente por no uso de Aguas. Aplicación práctica y conflictos interpretativos*. (Comentario de la jurisprudencia de la Corte Suprema 2011-2014). <http://derechoygestionaguas.uc.cl/es/publicaciones/articulos/74-articulos>
- Rodríguez, J. (2014). *Análisis espacio temporal del mercado de los derechos de aprovechamiento de agua subterránea en los acuíferos del río La Ligua y Petorca, Región de Valparaíso, Chile* [Tesis de Pregrado]. Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/148407>
- Romano, D. y Leporati, M. (2002). The distributive impact of the water market in Chile: A case study in Limarí Province, 1981 - 1997. *Quarterly Journal of International Agriculture*, 41(1-2), 41-58. https://www.researchgate.net/publication/289008040_The_distributive_impact_of_the_water_market_in_Chile_A_case_study_in_Limarí_Province_1981_-_1997
- Saavedra, M. (2008). Código de Aguas chileno y reforma 2005: los problemas con la asignación inicial en La Araucanía. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 107, 1-10. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cl/2008/msb.htm>
- Salgado, R. (2005). *Análisis del desarrollo de la salmonicultura chilena* [Tesis de Pregrado]. Pontificia Universidad Católica de Chile. <http://portal.unap.cl/~cordunap/archivos/amunoz/PROYECTOS/SALMONES/Tesis Salmones.pdf>
- Santana, C., Falvey, M., Ibarra, M. y García, M. (2014). Energías Renovables en Chile. El potencial eólico, solar e hidroeléctrico de Arica a Chiloé. En *Proyecto Estrategia de Expansión de las Energías Renovables en los Sistemas Eléctricos Interconectados (MINENERGIA/GIZ)* (Vol. 1, p. 158). Proyecto Estrategia de Expansión de las Energías Renovables en los Sistemas Eléctricos Interconectados (MINENERGIA/GIZ). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Sauma, E. (2012). *Políticas de fomento a las energías renovables no convencionales en Chile*. Serie N° 52. <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/publicacion/serie-temas-de-la-agenda/serie-no-52-politicas-de-fomento-a-las-energia-renovables-no-convencionales-ernc-en-chile/>
- Tello Guerra, P. (2011). *Guía de Apoyo para Desarrolladores de Proyectos Minihidroeléctricos*. Centro de Energías Renovables, Corporación de Fomento de la Producción, Ministerio de Energía. http://dataset.cne.cl/Energia_Abierta/Estudios/CIFES/2011_Guía-minihidro.pdf
- Urquiza, A. y Billi, M. (2018). Water markets and social-ecological resilience to water stress in the context of climate change: an analysis of the Limarí Basin, Chile. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 1929-1951. <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0271-3>
- Valenzuela, C., Fuster, R. y León, A. (2013). Chile: ¿Es eficaz la patente por no uso de derechos de aguas? *Revista CEPAL*, (109), 175-198. <https://doi.org/10.18356/080e3751-es>
- Vergara Blanco, A. (1997). La libre transferibilidad de los derechos de aguas. El caso chileno. *Revista de Derecho*, 24(2), 369-395. <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/14727>
- Vergara Blanco, A. (2015). Modelos y Mercado de derechos de Aguas en Chile: Elementos configuradores. En P. Urteaga y A. Verona (Eds.), *Cinco años de la ley de recursos hídricos en el Perú. Segundas Jornadas de Derecho de Aguas* (pp. 293-306).
- Wheeler, S. A., Loch, A., Crase, L., Young, M. y Grafton, R. Q. (2021). Developing a water market readiness assessment framework. En S.A. Wheeler, *Water Markets*, (pp. 20-49). <https://doi.org/10.4337/9781788976930.00011>
- Wheeler, S., Loch, A., Zuo, A. y Bjornlund, H. (2014). Reviewing the adoption and impact of water markets in the Murray – Darling Basin, Australia. *Journal of Hydrology*, 518, 28-41. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.09.019>

Agradecimientos

Los autores de esta investigación agradecen a la Alianza Territorial Puelwillimapu por su apoyo, en especial a las comunidades y líderes ancestrales del territorio mapuche williche de la cuenca del Lago Ranco y Lago Maihue. La doctora Sarah Kelly agradece el financiamiento de la beca postdoctoral ANID/FONDECYT #3190867 y CIGIDEN ANID/FONDAP/15110017, Chile.