

**SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**  
**XXIV CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA HIDRÁULICA**

**UN MERCADO DESCUIDADO EN EL RÍO ÑUBLE: ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS INEFICIENCIAS DEL MERCADO DE AGUA EN EL SUR DE CHILE**

**BRATIAN BUSOLICH C.<sup>1</sup>**  
**JOSÉ ARUMÍ R.<sup>2</sup>**  
**JORGE JIMÉNEZ D.<sup>3</sup>**

**RESUMEN**

Efecto del crecimiento económico y de la población, la demanda de agua es creciente y genera cada día mayor presión ambiental, a nivel mundial ha emergido el mercado de aguas como una solución a esta problemática. Chile es uno de los países que ha definido el mercado como mecanismo legal de gestión de la demanda de aguas, pero el descuido del mismo, ha generado ineficiencias en la administración del recurso. Este documento analiza el estado del mercado de derechos de aguas del río Ñuble y estudia los costos económicos de las ineficiencias en el mercado de aguas del sistema de distribución de agua del mismo río. Debido a condiciones de mercado distantes a las de competencia perfecta (altos costos de transacción y escasez de información de mercado) son impedidas transacciones socialmente beneficiosas. Se desarrolló una metodología basada en el producto marginal del uso del agua, que permite estimar el costo de las transacciones de mercado no realizadas por efecto de las condiciones de mercado existentes. El costo de las ineficiencias de mercado se estimó en MM US\$ 7,6 anuales, lo que significaría un aumento del 25% en los retornos netos del sistema con un mercado operando en condiciones ideales. Si bien la metodología propuesta posee como limitante el otorgar resultados teóricos basados en condiciones de mercado perfecto, lo cual combate con el análisis de sensibilidad de los resultados, permite evaluar económicamente inversiones extraprediales de riego que generan una mejor gestión del recurso hídrico, empoderando con respaldo económico a los proyectos que persiguen mejorar la eficiencia en la gestión del agua.

---

<sup>1</sup>Estudiante de Magister en Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Chillán– [Bratianbusolich@udec.cl](mailto:Bratianbusolich@udec.cl)

<sup>2</sup> Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Chillán– [Jarumi@udec.cl](mailto:Jarumi@udec.cl)

<sup>3</sup> Profesor Titular, Departamento de Ingeniería Civil Industrial, Universidad de Concepción, Concepción– [Jorgejimenez@udec.cl](mailto:Jorgejimenez@udec.cl)

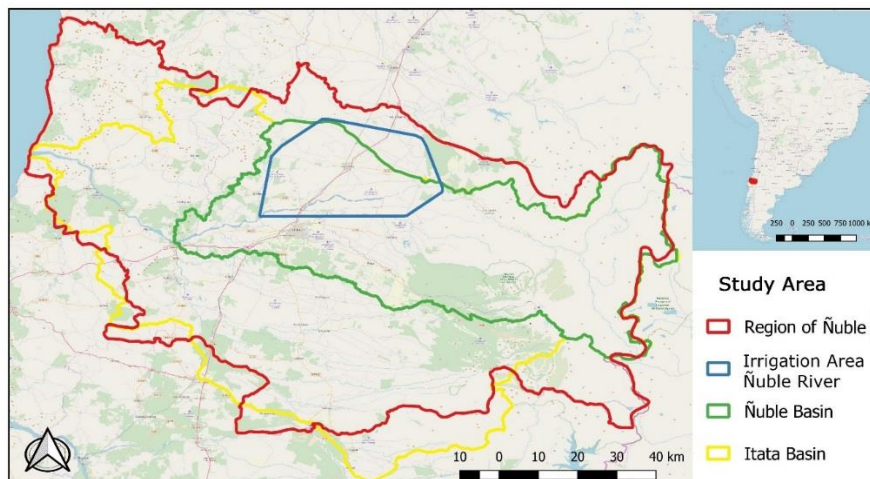
## 1. INTRODUCCIÓN

Producto del crecimiento económico y de la población, la demanda de agua es creciente, esto genera cada día mayor presión ambiental, incluso comprometiendo las necesidades hídricas básicas de los ecosistemas, a nivel mundial ha emergido el mercado de aguas como una solución a esta problemática. Chile es uno de los países que ha definido el mercado como mecanismo legal de gestión de la demanda, pero el descuido del mismo, en la práctica, ha generado ineficiencias en la administración del recurso. Sobre esto vale la pena recordar a Simpson (1994) “la buena noticia es que los requisitos previos necesarios para un mercado de agua viable son los mismos que se necesitan para una gestión adecuada del agua”.

En Chile la administración de las aguas está regida por el Código de Aguas de 1981 (CAg), y por la Constitución Política de la República de 1980 (CPR), sin embargo, ni el CAg ni la CPR da mandato directo, ni establecen un mercado de derechos de aguas, sino que pretenden instalar normas legales y requisitos para que tal mercado emerja espontáneamente, como resultado de la iniciativa privada (Bauer, 2015). Por ello, dejan al mercado desprovisto de cualquier organización que vele por brindarle a este mismo las condiciones mínimas necesarias para el desarrollo de un mercado competitivo (información perfecta, disminución de los costos de transacción, regulación y control, entre otros). Esta situación ha generado asimetrías de información, grandes diferencias en el poder de negociación, dispersión de precios, entre otros indicadores de un mercado ineficiente en la distribución de los recursos (Hearne and Donoso, 2014).

El sistema de distribución de agua de riego del río Ñuble (SRRÑ) se encuentra en la región del Ñuble (Figura 1), la cual posee una cultura ligada a la agricultura, con una importante población rural (30%), suelos de buena capacidad agronómica y Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUAs) de larga data. Actualmente en la región se encuentra en desarrollo un proyecto importante de regulación de agua de riego que incluye la construcción del embalse La Punilla. Esta nueva obra de acumulación permitirá aumentar el valor de los cultivos presentes en la zona, dado que los cultivos de mayor valor son intensivos en el uso del recurso hídrico. Lamentablemente, el sistema de gestión de aguas de la zona de riego no está preparado para distribuir los caudales o volúmenes de agua de acuerdo a la demanda, tampoco la infraestructura de distribución, por lo que los agricultores no podrán gobernar su agua e intercambiarla eficientemente en el mercado. Ante esta situación, estas fértiles e irrigadas tierras no alcanzaran su máximo valor.

Entre los problemas que presenta la estructura de gestión de aguas en el SRRÑ se encuentran: i) Falta de información de caudales entregados a los usuarios finales; ii) falta de información de mercado de aguas, no existe ninguna institución que concentre la información de mercado (precios, vendedores, compradores); iii) infraestructura de distribución rígida que obliga a distribuir las aguas mediante un prorrateo proporcional al caudal del río (Marcos partidores). Los dos últimos puntos generan altos costos de transacción, situación que impide que la distribución y el mercado de aguas opere eficientemente. Y el primero genera desconfianza entre los agricultores, que desincentiva la participación en el mercado (Vardon et al., 2007; Wheeler et al., 2013) y es proclive a la generación de conflictos.



**Figura 1.** Área de estudio (azul), cuenca del río Ñuble (verde), cuenca del río Itata (amarillo) y Región de Ñuble (rojo).

El marco regulador del mercado de aguas chileno, compuesto principalmente por el CAg y la CPR, posee un enfoque de libre mercado, con bases en la Economía Coaseana (Bauer, 2015; Hearne and Donoso, 2014). El Teorema de Coase (Coase, 1960) aplicado al agua, postula que independientemente de la asignación inicial de los derechos de propiedad se logrará la asignación óptima de los derechos mediante el mercado y que, por ende, se minimizan de forma automática las externalidades, debido a que las partes negociarían naturalmente el resultado más beneficioso para ambas partes (Delorit et al., 2019). Esto se cumple bajo el supuesto de un mercado sin costos de transacción, implicando información perfecta y simetría en los poderes de negociación, dado que de no existir los anteriores sería necesario incurrir en costos de transacción para obtenerlos. Al considerar que una de las partes afectadas es un colectivo, todos los usuarios y no usuarios de aguas, es conveniente recordar a Hardin (1968) en “la tragedia de los comunes” que evidencia que el comportamiento económico racional de los individuos induce hacia asignaciones económicas sub-óptimas de los recursos comunes, como el agua, por lo que, a menos de que la negociación se realice con el colectivo completo no se llegará al óptimo económico, oficio que implica altos costos de coordinación.

## 2. OBJETIVOS

Las ineficiencias de mercado presentes en el SRRÑ generan un costo social, en este trabajo se estima el valor de dicho costo, el cual pretende contribuir a la literatura al: (i) proporcionar una metodología para estimar el costo de transacciones de mercado potenciales que se pierden debido a ineficiencias/restricciones de mercado; (ii) estimación del costo del actual paradigma de gestión en el río Ñuble en el contexto de una zona con alta disponibilidad hídrica; y (iii) estudiar el estado del mercado de DAA en el río Ñuble. El conocimiento de los apartados anteriores permitirá a los agricultores y tomadores de decisiones realizar medidas que mejoren el aprovechamiento eficiente del recurso hídrico en la zona.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para estimar las reales implicancias de las condiciones de la gestión de aguas en la zona, en el mercado de aguas, se revisará en las bases de datos actuales del mismo si ha tenido efectos. La cuál se remite principalmente al Registro de Propiedad de Agua (RPA) del Conservador de Bienes Raíces (CBR). Luego de confirmadas o rechazadas las ineficiencias de mercado se procederá a calcularlas.

#### **Estudio de Mercado de DAA**

Fueron consultados los RPA de los CBRs de San Carlos y Chillán registrándose las inscripciones de compraventa y cesión realizadas dentro de los años 2015 – 2017. Posteriormente se calcularon: el precio promedio, y promedio ponderado, de la acción, la desviación estándar de los precios, el número de transacciones y la cantidad transada. Se estimó la profundidad y actividad de mercado. Los análisis se realizaron: al río completo, separado entre riberas, y, debido a que de las 667 transacciones estudiadas tan solo una fue entre canales distintos, por canales de pertenencia.

#### **Estimación de Beneficios**

La estimación de beneficios se basa en el producto marginal de uso del agua en los cultivos presentes en el SRRÑ, se simuló la existencia de un mercado perfecto temporal de aguas (arrendamiento de DAA) en el sistema de riego Ñuble durante temporadas de riego pasadas. El resultado del mercado perfecto de arrendamiento de DAA es la irrigación completa de los cultivos de mayor valor hasta totalizar la oferta hídrica disponible, en cambio, en la opción actual se distribuye las aguas a prorrata abasteciendo todos los cultivos por igual, sin priorización por valor de uso, hasta totalizar la oferta hídrica disponible. Las diferencias en los ingresos totales del SRRÑ entre las dos metodologías de distribución permiten conocer los costos de las condiciones actuales del mercado de aguas.

### **4. RESULTADOS**

#### **Mercado de DAA**

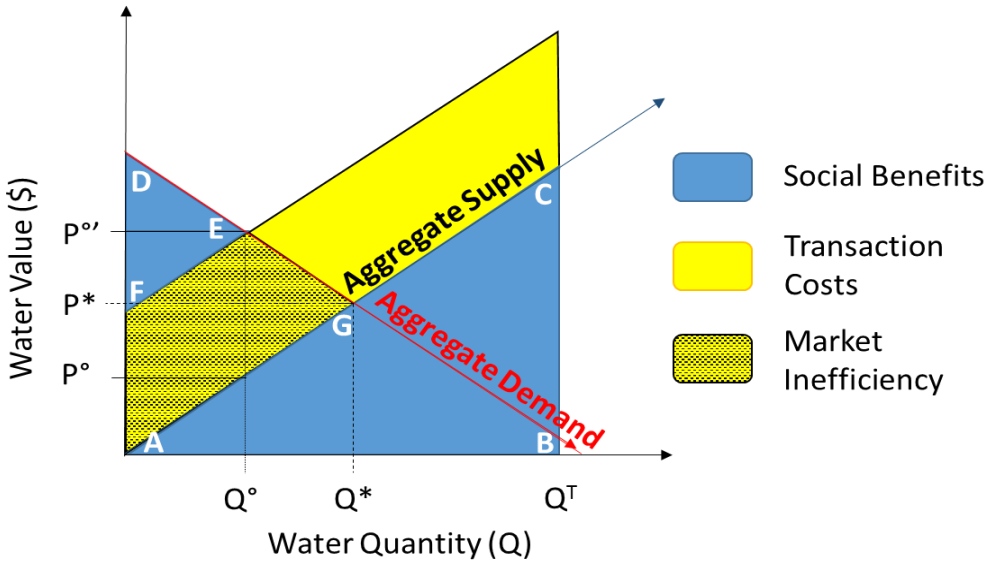
Los resultados del estudio de mercado de DAA de aguas evidenciaron efectos de las condiciones del mismo en su operación. En la Tabla 1 se observa que los canales pertenecientes a la ribera norte presentan precios medios por acción considerablemente mayores a los de la ribera sur, lo mismo ocurre con las dispersiones de precios y la profundidad de mercado, por el contrario se presenta una mayor actividad de mercado en la ribera sur que en la ribera norte. Se observan dispersiones de precios mayores a los precios medios, lo cual es contradictorio con la teoría económica y el precio de equilibrio.

**Tabla 1.** Número de transacciones, cantidad transada (acciones), profundidad y actividad de mercado, precio medio (US\$), precio ponderado (US\$) y desviación estándar (US\$) de los DAA del río Ñuble separados por sección.

Sección	Número de transacciones	Cantidad transada (Acciones)	Profundidad de mercado	Actividad de Mercado	Precio medio (US\$)	Precio Ponderado (US\$)	Desviación estándar precio unitario (US\$)
Ribera Norte	580	1533,78	3,07	4,15	\$ 5.272	\$ 3.628	\$ 7.480
Ribera Sur	87	356,37	2,65	4,66	\$ 3.229	\$ 1.929	\$ 3.190
Rio Completo	667	1891,31	2,98	4,21	\$ 5.005	\$ 3.308	\$ 7.101
Promedio Canales	13,34	37,83	3,57	7,69	\$ 4.130	\$ 3.227	\$ 4.134

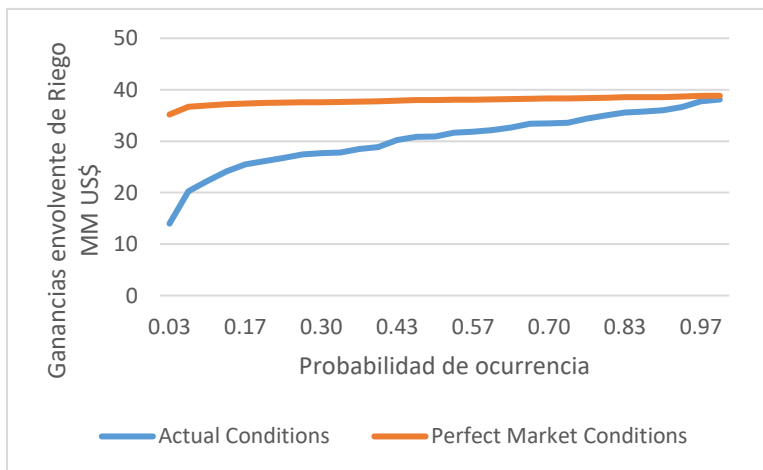
### Estimación de Beneficios Económicos

En la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* se muestra el modelo económico de la oferta y la demanda aplicado al agua, se observa que las aguas destinadas a usos de menor valor a \$P\* obtendrían mayores ingresos por la venta del agua a \$P\* que utilizándose en la producción, por lo que en condiciones de mercado perfecto, el agua llegaría espontáneamente a los usos mayores a \$P. Los beneficios de la transacción serán iguales al beneficio del nuevo uso menos los beneficios del antiguo uso. Sin embargo, en presencia de costos de transacción no se realizan posibles intercambios producto de que los beneficios del intercambio son menores al costo de realizar la transacción, como ocurre entre  $Q^o$  y  $Q^*$  en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*, y en los intercambios que se realizan los beneficios son igual a la diferencia entre los beneficios del uso menos los costos de transacción ( $Q < Q^o$  en *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*). En suma, los beneficios sociales del uso del agua sin mercado serán iguales al área triángulo ABC, en tanto, los beneficios sociales de la presencia de un mercado en condiciones ideales serán iguales al área del triángulo AGD, por lo que los beneficios totales del uso del agua en presencia de un mercado perfecto alcanzarían la suma de las áreas de los triángulos ABC y AGD. Mientras que en condiciones no ideales los beneficios sociales del mercado serán igual al área del triángulo FED, totalizando los beneficios del uso del agua la suma de las áreas de los triángulos ABC y FED. Las ineficiencias de mercado, o pérdidas sociales, serán iguales al área del trapecio AGEF, cuyo espesor dependerá de la magnitud de los costos de transacción.



**Figura 2.** Relación entre volumen de agua (Q) (m<sup>3</sup>), ingresos económicos (P) (US\$), costos de transacción, beneficios sociales e ineficiencias de mercado.

En la Figura 3 se muestran las ganancias totales obtenidas en el SRRÑ para cada temporada, ordenadas según probabilidad de ocurrencia, para el escenario actual y para un escenario con condiciones de mercado perfecto de aguas. Se puede apreciar que en los años de menor oferta hidrológica los beneficios de poder administrar el agua como un bien económico son mayores, por la otra parte, los años en que la oferta hidrológica es cercana a completar la demanda total de la cuenca, los beneficios son menores. Se desprende de la Figura 3 que los retornos netos medios del sistema en las condiciones actuales alcanzan los MM US\$ 30,3 anuales, con una desviación estándar de MM US\$ 5,5, por su parte los retornos netos medios anuales para condiciones de mercado perfecto se alzan a MM US\$ 37,8, y la desviación estándar desciende a MM US\$ 0,7. En suma, los costos sociales medios de las ineficiencias del mercado de aguas alcanzan MM US\$ 7,5 anuales, monto que asciende a un 25% de las ganancias totales del SRRÑ.



**Figura 3.** Probabilidad de ocurrencia para las ganancias del mercado (US\$) en condiciones actuales y de mercado perfecto.

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El mercado de DAA tiene un problema en su esencia, como todo mercado, genera eficiencia en el uso de los bienes que transa, es decir, eficiencia en el uso de los *derechos sobre el agua* y no eficiencia directamente en *el uso del agua*. Al añadir que por la naturaleza del agua los DAA son variables, y por ende, se tienden a sobrevalorar los DAA para asegurar disponibilidad en los años secos, resulta en un instrumento poco eficaz para reestructurar la asignación de los recursos hídricos en el cotidiano.

Entre las ventajas del mejoramiento de las condiciones de mercado no solo se encuentra una mayor rentabilidad esperada en la producción agrícola del SRRÑ, que mostró un aumento desde un 4,2% a un 5,3%, sino que también una disminución en el riesgo, que descendió de 18,2% a 2,0% (revisar Figura 3), ambos son factores generadores de plusvalía inmobiliaria. Por ende, es conveniente cambiar el paradigma de distribución y administración del agua en el sistema de distribución del agua del río Ñuble por un sistema de repartición flexible que permita a cada agricultor autogobernar su agua, es posible mejorar la gestión del recurso gracias a herramientas de telemetría y telecontrol. Además, sobre las condiciones reales de los mercados y los supuestos del modelo de competencia perfecta, se advierte que estos supuestos no tienden a cumplirse por entropía sino que debe existir un agente que realice las gestiones necesarias para darle condiciones de mercado competitivo al mercado de aguas, agente que hasta el momento no se ha establecido en Chile.

El modelo de estimación de los beneficios del mercado de aguas permite valorar monetariamente los beneficios de la gestión del agua de forma sencilla y con la utilización de información local, aún frente a la inexistencia de un mercado de aguas o de información de él. Posibilita la evaluación económica de inversiones extraprediales de riego que generan una mejor gestión del recurso hídrico y que no necesariamente otorgan nuevas hectáreas de riego o mayor disponibilidad del recurso, empoderando con respaldo económico a los proyectos que persiguen mejorar la eficiencia en la gestión del agua.

Por último, se sugiere integrar el efecto de la utilización, almacenamiento e interacción de las aguas subterráneas y superficiales en el modelo económico de gestión de aguas. Además, geo-referenciar los cultivos de cada predio, los canales, sus obras de distribución y los cauces naturales de aguas, permitiría apuntar hacia un modelo espacial de gestión de aguas, que incluya la oferta, la demanda, la distribución y el almacenamiento del recurso hídrico en la zona.

## AGRADECIMIENTOS

Junta de Vigilancia del Río Ñuble

Centro CRHIAM, Proyecto Conicyt/Fondap/15130015

Dios, Jesús y el Espíritu Santo por su guía e inspiración para hacer esta investigación.

Agua.

## REFERENCIAS

- Bauer, C.J., 2015. Canto de Sirenas: El Derecho de Aguas Chileno como Modelo para Reformas Internacionales, Canto de Sirenas El derecho de aguas chileno como modelo para reformas internacionales.
- Coase, R.H., 1960. Journal of Law and Economics. Probl. Soc. Cost. <https://doi.org/10.1086/657660>
- Delorit, J.D., Parker, D.P., Block, P.J., 2019. An agro-economic approach to framing perennial farm-scale water resources demand management for water rights markets. *Agric. Water Manag.* 218, 68–81. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.03.029>
- Hardin, G., 1968. The Tragedy of Commons. *Science* (80- ). <https://doi.org/10.1126/science.162.3859.1243>
- Hearne, R., Donoso, G., 2014. Water Markets for the 21st Century 11. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9081-9>
- Simpson, L., 1994. Are " water markets " a viable option ? *Finance Dev.* 30–32.
- Vardon, M., Lenzen, M., Peavor, S., Creaser, M., 2007. Water accounting in Australia. *Ecol. Econ.* <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.07.033>
- Wheeler, S., Garrick, D., Loch, A., Bjornlund, H., 2013. Evaluating water market products to acquire water for the environment in Australia. *Land use policy.* <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.04.004>