

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE PREGRADO

**ESTUDIO DE LA PROPIEDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO
DEL RÍO PETORCA EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE**

NICOLÁS JOSÉ IGNACIO BUJES MORENO

Santiago, Chile.

2015

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE PREGRADO

**ESTUDIO DE LA PROPIEDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO
DEL RÍO PETORCA EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE**

**STUDY OF GROUNDWATER PROPERTY OF PETORCA'S RIVER AQUIFER
IN THE VALPARAISO REGION, CHILE**

NICOLÁS JOSÉ IGNACIO BUJES MORENO

Santiago, Chile.

2015

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

ESCUELA DE PREGRADO

**ESTUDIO DE LA PROPIEDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL ACUÍFERO
DEL RÍO PETORCA EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE**

Memoria para optar al título profesional de:
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

NICOLÁS JOSÉ IGNACIO BUJES MORENO

	Calificaciones
Profesor Guía Sr. Rodrigo Fuster Gómez Ingeniero Agrónomo M.S., Dr.	6,8
Profesores Evaluadores Sr. Gerardo Soto Mundaca Ingeniero Forestal M.S., Dr.	6,9
Sr. Juan Manuel Uribe Meneses Ingeniero Agrónomo	7,0
Colaboradores Sr. Andrés De la Fuente De la Fuente Ingeniero Agrónomo	

Santiago, Chile.

2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis hermanas Jenny y Jacylín y a mis padres Verónica y Roberto. Como el menor de la familia, cada uno de ellos para mí ha sido un ejemplo como persona y sin el apoyo de ellos no habría sido posible la realización de esta tesis.

Agradezco también a mi profesor guía Rodrigo Fuster por ser un destacado académico con el cual siempre encontré un pilar motivacional.

Por último, agradezco y dedico esta tesis a todas las personas que no descansan en la misión de visibilizar las consecuencias del actual Código de Aguas heredado desde la dictadura y no conformes con eso plantean alternativas y/o soluciones a los ya reconocidos problemas en nuestro modelo de gestión hídrico. Estoy seguro de que en un futuro cercano se reconocerá que la lucha por el agua en Chile como derecho universal tuvo su inicio en el emblemático caso de Petorca y La Ligua, donde organizaciones de campesinos como MODATIMA han sacado la voz por las familias a las que desde hace años se les vulnera el derecho humano sobre el acceso al agua bajo la total complicidad del Estado Chileno.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos.....	6
MÉTODO.....	7
Descripción del Lugar de Estudio.....	7
Antecedentes.....	9
Obtención de información sobre los DAA subterránea en el acuífero del río Petorca....	10
Procesamiento de información sobre los DAA subterránea en el acuífero del río Petorca.....	11
Análisis según Tipo de Inscripción.....	13
Análisis según DAA inscrito.....	14
Análisis según Titular.....	14
Análisis según Uso.....	16
Análisis de la distribución espacial de la propiedad del agua en el acuífero del río Petorca.....	16
Determinación del rol del MA en la asignación de los DAA dentro del acuífero del Río Petorca.....	19
Principales mecanismos de asignación de la propiedad actual del agua dentro del acuífero del río Petorca.....	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
Descripción de la Propiedad del Agua.....	22
Análisis según DAA inscrito, tipo de inscripción, caudal, usos, distribución espacial y titulares.....	22
Rol del MA en la asignación de los DAA dentro del acuífero del Río Petorca.....	40
Principales Mecanismos de asignación de la propiedad del agua dentro del acuífero del Río Petorca.....	44
CONCLUSIONES.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54
GLOSARIO.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de Registros con distinto Número de DAA en la base de datos	11
Tabla 2. Ejemplo de Información del Caudal de extracción en la base de datos	12
Tabla 3. Abreviatura de Tipos de Inscripción presentes en el RPA del acuífero de Petorca	13
Tabla 4. Ejemplo del criterio complementario al Análisis según Uso	16
Tabla 5. Clasificación de tipos de inscripción según Mercado y No Mercado.....	21
Tabla 6. Número de DAA según unidades utilizadas para la determinación del Caudal de extracción	22
Tabla 7. Representatividad para cada Tipo de Inscripción	23
Tabla 8. Estadística descriptiva para el Caudal (L/s) Total Inscrito	27
Tabla 9. Distribución del Caudal (L/s) Inscrito según Intervalos de Clase	28
Tabla 10. Distribución del Número de DAA para Caudal (L/s) Inscrito menor ó igual a 16 (L/s).....	28
Tabla 11. Distribución del Número de DAA Inscritos según Uso.....	30
Tabla 12. Estadística descriptiva para los valores de Caudal (L/s) según Titular Efectivo .	35
Tabla 13. Representatividad según categorías de Titulares Efectivos	36
Tabla 14. Estadística descriptiva para las Inscripciones del Tipo Regularización	47
Tabla 15. Representatividad de Categorías de Titular Efectivo según art. 2º y 5º transitorio	47
Tabla 16. Estadística descriptiva para las Inscripciones del tipo Constitución.....	50
Tabla 17. Representatividad de las Categorías de Titulares según art. 4º y 6º transitorio más vía solicitud	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de Estudio: Cuenca y Acuífero del Río Petorca.....	7
Figura 2. Método empleado para el Análisis según Titular	15
Figura 3. Distribución temporal de la proporción del Número de Registros por año según Tipo de Inscripción	24
Figura 4. Distribución temporal de la proporción del Caudal Inscrito en (L/s) por año según Tipo de inscripción.....	24
Figura 5. Número total de DAA Inscritos por año versus Número de DAA con información de Caudal en (L/s)	26
Figura 6. Histograma sobre el total de DAA Inscritos con (L/s)	28
Figura 7. Histograma sobre DAA Inscritos con Caudal (L/s) menor ó igual a 16 (L/s).....	29
Figura 8. Distribución del Caudal (L/s) según DAA inscrito	29
Figura 9. Distribución espacial de DAA Inscritos con Coordenadas Geográficas UTM y Caudal (L/s).....	32
Figura 10. Índice de Moran Global sobre las variables Caudal (L/s) y Ubicación Geográfica (UTM)	32
Figura 11. Índice de Agrupamiento alto/bajo (G general de Getis-Ord) sobre las variables Caudal (L/s) y Ubicación Geográfica (UTM).....	33
Figura 12. Resultados del Análisis de Puntos Calientes (Gi* de Getis-Ord) sobre las variables Caudal (L/s) y Ubicación Geográfica (UTM)	34
Figura 13. Distribución del Caudal (L/s) según Titular Efectivo.....	36
Figura 14. Proporción del Número de Registros según Tipo de Inscripción para cada Categoría de Titular Efectivo	37
Figura 15. Distribución temporal del Número de Registros según los principales Tipos de Inscripción versus Caudal (L/s) Inscrito por año para la Categoría "Empresa Agrícola"	38
Figura 16. Distribución temporal del Número de Registros según los principales Tipo de Inscripción versus Caudal (L/s) Inscrito por año para la Categoría "Persona Natural".....	39
Figura 17. Proporción del Número total de Registros según las categorías Mercado y No Mercado.....	40
Figura 18. Proporción del Número total de Registros según Tipo de Inscripción en: a) No Mercado y b) Mercado	41
Figura 19. Proporción del Caudal (L/s) total Inscrito según las Categorías Mercado y No Mercado.....	41
Figura 20. Proporción de Caudal (L/s) total Inscrito según Tipo de Inscripción en: a) No Mercado y b) Mercado	42
Figura 21. Distribución temporal del Número de Registros por año según Tipo de Inscripción asociado al MA	43
Figura 22. Proporción del Número de Registros asociados al MA según Categorías de Titular Efectivo	44
Figura 23. Número de Registros según los art. 2º y 5º Transitorio.....	45
Figura 24. Distribución temporal del Número de Registros por año según los art. 2º y 5º Transitorio	46

Figura 26. Número de Registros según vía Solicitud y art. 4° y 6° Transitorio	49
Figura 27. Distribución temporal del Número de Registros por año según art. 4° y 6° transitorio mas la vía solicitud	49
Figura 28. Propiedad Inscrita por los Mecanismos Específicos para la Constitución y Regularización de DAA	52

ACRÓNIMOS

APR: Agua Potable Rural

CA: Código de Aguas, Chile

CBR: Conservador de Bienes Raíces, Chile

CORA: Corporación de la Reforma Agraria, Chile

CPC: Cambio de Punto de Captación

DAA: Derechos de Aprovechamiento de Aguas

DFL: Decreto con Fuerza de Ley

DGA: Dirección General de Aguas, Chile

INDAP: Instituto de Desarrollo Agropecuario, Chile

MA: Mercado de Aguas

MOP: Ministerio de Obras Públicas, Chile

RPA: Registro de Propiedad de Agua

SAG: Servicio Agrícola y Ganadero, Chile

RESUMEN

Las aguas subterráneas han desempeñado un rol central en el abastecimiento de las nuevas demandas por recursos hídricos en el mundo y también en nuestro país. Es el caso de la localidad de Petorca, V región, donde la variabilidad hidrológica, la demanda por el recurso en aumento y la estructura de la economía local, han propiciado un escenario de escasez hídrica suplido principalmente por la extracción de agua subterránea.

El presente estudio propone determinar los mecanismos de asignación que explican la propiedad actual del agua subterránea en el acuífero de Petorca. Estos mecanismos quedan definidos por el Código de Aguas de 1981 (modificado el año 2005 por la Ley N° 20.017).

La metodología empleada se basó en el procesamiento de la información contenida en el Registro de Propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces de Petorca. Se utilizaron las inscripciones y/o registros de agua subterránea vigentes a Octubre del año 2012.

Los resultados para la propiedad del agua del acuífero del Río Petorca son: 1248 Registros, traducidos en 1477 Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA) inscritos por 717 Titulares Efectivos. Sólo para 1008 DAA inscritos (68,25 % del total) fue posible obtener información sobre el caudal de extracción en L/s, contabilizando 4327,09 L/s. La mayoría de este caudal está destinado a las categorías “Empresas Agrícolas” (46,68%) y a “Personas Naturales” (43,03%). El 86,38 % de la totalidad de Registros se clasifica bajo tres tipos de inscripción: “Regularización”, “Constitución” y “Compraventas”. Se determina que el Mercado de Aguas explicaría el 26,76% del total de Registros actuales, principalmente mediante “Compraventas” realizadas entre los años 2009-2012. Por otro lado, el 73,24% restante se asocia a mecanismos ajenos al Mercado, principalmente con inscripciones del tipo “Regularización” (mediante art. 2° y 5° Transitorios) y “Constitución” (mediante solicitud y/o los art. 4° y 6° Transitorios). Además, se determinó una leve concentración geográfica de captaciones con altos valores de caudal para la cabecera de la cuenca, asociado al rubro agrícola de exportación.

En conclusión resulta imposible determinar de manera exacta la Propiedad del agua del acuífero Petorca debido a las fallas en el sistema registral de DAA. Parte del funcionamiento del MA se ve afectado por esta situación, al mismo tiempo que la gestión hídrica se ve limitada al no conocer con exactitud la cantidad de agua inscrita bajo los dominios de particulares. Esto se atribuye a los organismos que efectúan dichas inscripciones, CBR, DGA, Tribunales de Justicia y SAG.

Palabras clave: Propiedad agua subterránea, Petorca, CBR, Mecanismo de Asignación de DAA, Mercado de Aguas

ABSTRACT

Groundwater has played a key role in the supply of the new demands for water resources in the world and in our country. This is the case of the town of Petorca, V region, where hydrological variability, the increasing demand for the resource and the structure of local economy have led to a water scarcity scenario supplied mainly by the extraction of groundwater.

The present study aims to determine the allocation mechanisms that explains the current ownership of groundwater in the Petorca's river aquifer. These mechanisms are defined by the Water Code of 1981 (amended in 2005 by Law 20.017).

The methodology is mainly based on processing of the information contained in the Water Property Registry of Petorca's Real Estate Registry. This was used to study the inscriptions of groundwater enrolled until October 2012.

The results for the property of Petorca's River aquifer are: 1248 Records, translated in 1477 enrolled Water Use Rights by 717 Effective Holders. Only 1008 of the total Water Use Rights (68.25% of total) had information on the extraction rate in (L/s), accounting 4327.09 (L/s). Most of this volume is related to the "Agricultural Companies" (46.68 %) and "Natural Persons" (43.03%) categories. The 86.38 % of all records are classified under 3 types of registration: "Regularization", "Constitution" and "Sales". It is determined that the Water Market explain the origin of 26.76 % records, mainly through "Sales" made between 2009-2012. On the other hand, the remaining 73.24 % is associated with off-market mechanisms, mainly with inscriptions of "Regularization" and "Constitution" types of registration. Besides, a slight geographical concentration was determined on the high flow Water Use Rights upstream of the valley, associated with agricultural export.

In conclusion it is impossible to determine accurately the property of the aquifer because of the failures on the registry system of the Water Property. Part of the operation of the Water Market is affected by this situation, while the very management is limited to not know precisely the actual water volume registered under particular domain. This is attributed to the several public administration carrying out those entries (Real Estate Registry, General Directorate of Water, Courts, Agricultural and Livestock Service and holders).

Key Words: Property groundwater, Petorca, Conservative Real Estate, Water Rights Allocation Mechanism, Water Market

INTRODUCCIÓN

La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (2012), destaca el acceso al agua como “piedra angular del desarrollo y un sólido motor para reducir las desigualdades”, debido a que representa un factor determinante para el crecimiento económico, la salud ambiental y el bienestar social. Otros organismos internacionales como el Banco Mundial y el Banco Interamericano del Desarrollo también han considerado la gestión hídrica como un eje clave, promoviendo la creación de Mercados de Agua (MA)¹ como mecanismos de asignación del recurso hídrico en todos los países latinoamericanos. Esta propuesta tiene como principal base teórica y práctica el modelo chileno de gestión hídrica, regulado bajo el Código de Aguas (CA) de 1981 (Ortiz, 2008).

Un MA puede definirse como las interacciones entre compradores y vendedores de algún tipo de título de propiedad (derecho, permiso, concesión, autorización, merced, etc.) para usarla, asignándole a este, un precio determinado al agua mediante el libre intercambio. Se destaca en los MA la ausencia de una autoridad central que determina la transferencia (aunque puede regularla en función del interés público), sino que el precio y otras condiciones se generan en transacciones voluntarias negociadas entre las partes (CEPAL, 2004; Donoso et al., 2010).

En Chile, estos títulos de propiedad poseen expresa protección constitucional y se denominan Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA). Este es un derecho real y principal, es decir, “sobre una cosa sin respecto a determinada persona”².

Si bien dentro de la discusión que dio forma al CA de 1930 se introducía el concepto de DAA, no fue hasta la entrada en vigencia de la Ley N° 9.099 de 1951 (que aprueba el CA del mismo año) donde éstos se constituyen por primera vez, fomentando el uso y goce del agua como propiedad privada (“mercedes” revocables por el Estado). Se destaca que este Código estableció prioridades de uso para aquellos casos en los cuales se presentara competencia por la misma agua, siendo los primeros en jerarquía los usos asociados a bebida y servicios de agua potable (CEPAL, 2004; Manríquez, 2010).

Posteriormente, la Ley N° 16.640 en 1967 de Reforma Agraria, junto al Decreto N° 162 de 1969 que aprueba el CA de 1969, cambian la naturaleza jurídica del DAA, entregándole un carácter de derecho real administrativo, donde el Estado concede el uso del bien nacional de uso público con sujeción a normas de derecho público, disponiendo la intransferibilidad del DAA (Manríquez, 2010). Es decir, se concede el uso de las aguas, mas no el dominio

¹ Experiencias de MA eficientes son escasas (Solanes y Getches, citado por CEPAL 2004). Los países desarrollados en general carecerían de MA significativos en una amplia escala territorial (Frederiksen, citado por CEPAL 2004). Ortiz (2008) destaca que en Estados Unidos, España y Australia, los MA sólo se han introducido en las regiones más áridas, donde se presenta una demanda creciente por el recurso.

² Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil.

sobre ellas (CEPAL, 2004). Según Barrientos (2007), la mencionada ley, implicó la expropiación del agua, retornando éstas al dominio estatal.

Los anteriores instrumentos legales y ordenanzas demostraban ser incompatibles con el establecimiento de un MA eficiente, mecanismo anhelado bajo la filosofía del nuevo modelo económico chileno establecido desde 1973 (CEPAL, 2004; Manríquez, 2010; FAO, 2003; Yáñez, 2008; Barrientos, 2007). Como resultado, se decidió reformar la legislación de las aguas nacionales, materializándose el CA de 1981³, donde los DAA se convierten en la figura bajo la cual se administra el recurso hídrico de manera privada, manteniendo su condición como “bien nacional de uso público”⁴. El organismo público que asigna estas concesiones es la Dirección General de Aguas⁵ (DGA), dependiente del Ministerio de Obras Públicas (MOP), y tiene por responsabilidad la planificación, desarrollo y explotación de fuentes naturales de agua (Banco Mundial, 2013; CEPAL, 2004; DGA, 2014; FAO, 2003)

Después de 24 años de funcionamiento, el CA de 1981 fue modificado el año 2005⁶ por la Ley N° 20.017⁷, debido a la necesidad de introducir mecanismos que aumenten la actividad del MA para optimizar la asignación y uso eficiente de éstas (Banco Mundial, 2013; Barrientos, 2007; Manríquez, 2010; Donoso et al., 2010; Saavedra, 2008). Ejemplo de lo último son las Patentes Por no Uso diseñadas con el fin de desincentivar la acumulación de derechos por parte de algunos agentes del MA (Valenzuela et al., 2013).

Esta reforma también modificó la gestión del recurso hídrico subterráneo, determinando el régimen de concesiones sobre exploración de aguas subterráneas⁸. Además, con objetivo de beneficiar a la pequeña agricultura y a las personas o instituciones que abastezcan de agua potable a sectores rurales, se incluyeron disposiciones transitorias (art. 4° y 6° transitorio) para facilitar la regularización de DAA subterráneos. Estas modificaciones en relación con la gestión del agua subterránea obedecen a cambios relevantes dentro del uso y disponibilidad del agua a nivel global. Como proyectó CEPAL (2004), son las aguas

³ Decreto con Fuerza de Ley N° 1122.

⁴ Manríquez (2010) añade que dentro del mensaje del proyecto de Ley N° 16.640 se aborda dicha dicotomía declarándola como “absolutamente contradictoria”, señalando el contraste entre las características del dominio de un DAA (uso, goce y disposición, libre de transferencias, comerciable) y un bien nacional de uso público (incomerciables e imprescriptibles, no admitiendo la existencia de un derecho de dominio privado ni cualquier otro que revista sus características).

⁵ La Dirección General de Aguas (DGA) es creada en virtud de la Ley N° 16.640 (Art. 286 del CA de 1969 y Art. 262 de Ley N° 16.640).

⁶ Proyecto de Ley original enviado por el Ejecutivo el año 1992. Moción hecha el año anterior por Diputado Sr. Octavio Jara Wolff, de la Región del Bío Bío y el Diputado René Manuel García, de La Araucanía, en el año 1991 (Saavedra, 2008).

⁷ Modificada el año 2006 por Ley N° 20.099 “Aumenta a un año el plazo para regularizar derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas e introduce otras modificaciones a la Ley N° 20.017, que modifica el CA”

⁸ Según el Artículo 58 bis del CA, la adjudicación del DAA, en caso de existir competencia por las solicitudes de concesiones de exploración será resuelto por la DGA mediante el mecanismo de remate entre los solicitantes (Donoso et al., 2010; Boettiger, 2012).

subterráneas las que han desempeñado un rol central en el abastecimiento de las nuevas demandas por recursos hídricos.

La demanda por DAA subterráneos aumenta en aquellas cuencas ubicadas desde la zona de Antofagasta hasta Los Lagos, debido a la disminución de las precipitaciones a causa del Cambio Climático (Banco Mundial, 2010; Vicuña et al., 2013). En este escenario se pone en riesgo la disponibilidad y uso del agua mediante un déficit hídrico asociado a un daño en la comunidad (Fernández et al., 1999). Es el caso de localidades de la V Región (La Ligua, Petorca y Cabildo) debido a tres factores: variabilidad hidrológica, demanda por el recurso en aumento y la estructura de la economía local (sector agrícola y minero, alta demanda del recurso) (INE, 2011; Salazar, 2003).

Según Guiloff et al. (2013) la situación de Petorca es “emblemática” debido a que la falta de acceso al agua se sitúa en un valle con gran capacidad hídrica histórica, sin embargo debido a una serie de factores estructurales en “el marco regulatorio del uso y aprovechamiento de las aguas”, se vulneran estándares internacionales en materia del derecho humano al agua⁹. Si bien la DGA ha utilizado diversos instrumentos regulatorios (declaración de “Área de Restricción”¹⁰ junto a consecutivas declaraciones de “Zona de Escasez Hídrica”¹¹) para lidiar con la falta de disponibilidad del recurso hídrico, tales reacciones no han demostrado eficacia para resolver el conflicto, lo cual ha dejado en evidencia las mermas legales en materia de aguas subterráneas que posibilitan el agotamiento del acuífero (Donoso et al., 2010).

Además, la generación de nuevos DAA mediante artículos transitorios y/o en su forma provisional¹², más las existentes irregularidades en la extracción de aguas (titular que extrae mayor volumen de lo inscrito y/o extracción sin DAA), son factores críticos que empeoran la situación (DGA, 1997; DGA, 2014). En muestra de la gravedad de la misma, el año 2012 intervino el Ministerio del Interior, que declaró como “Zona de Catástrofe”¹³ derivada de la

⁹ Dos años consecutivos de no acceso al bien implica una situación de vulneración a derechos fundamentales como la salud, a la vida, y a los art. 11 y 12 de los derechos económicos, sociales y culturales y el art. 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos (Guiloff et al., 2013)

¹⁰ Resolución DGA N° 216 de 15 de abril de 1997 declara el acuífero de Petorca como “Área de Restricción para nuevas explotaciones de aguas subterráneas”, basada en Minuta Técnica DGA N° 13 de 1996.

¹¹ Decreto MOP N° 125 del 12 de Marzo 2008; Decreto MOP N° 403 del 7 de Enero de 2011; Decreto MOP N° 223 del 29 de Julio de 2011; Decreto MOP N° 416 del 30 de Diciembre de 2011; Decreto MOP N° 225 del 9 de Agosto de 2012; Decreto MOP N° 289 de 18 de Noviembre de 2013; Decreto MOP N° 362 del 13 de Diciembre de 2013; Decreto MOP N° 147 de 13 de Febrero de 2014.

¹² Art. 66 y 67 del CA, menciona que los DAA otorgados en carácter de provisional se podrán transformar en definitivos una vez transcurridos cinco años de ejercicio efectivo en los términos concedidos, y siempre que los titulares de derechos ya constituidos no demuestren haber sufrido daños (DGA, 2014).

¹³ Decreto Supremo N° 234 del 22 de Marzo 2012 declara las comunas de La Ligua, Cabildo y Petorca, y a todas en la provincia de Petorca, Región de Valparaíso, como afectadas por la catástrofe derivada de la prolongada sequía que han asolado a dichas zonas; Decreto Supremo N° 133, del 1 de Febrero 2013 extiende vigencia de plazo para la aplicación de las medidas adoptadas por la declaración de zona afectada por la catástrofe dispuesta por el Decreto N° 234; Decreto Supremo N° 599 del 29 de Marzo 2014 declara a las comunas de La Ligua, Cabildo y Petorca, todas en la provincia de Petorca, Región de Valparaíso, como afectadas por la catástrofe derivada de la prolongada sequía que han asolado a dichas zonas.

prolongada sequía que afecta a las comunas de Cabildo, La Ligua y Petorca.

Es por estas condiciones que se propuso examinar los mecanismos que explican la propiedad (vigente hasta Octubre del año 2012) del recurso hídrico subterráneo en el acuífero del Río Petorca. De esta manera se determinó el grado de participación del MA y otros mecanismos de asignación. Esto se realizó a través del estudio de las inscripciones de DAA dentro del Registro de Propiedad de Aguas (RPA) del Conservador de Bienes Raíces (CBR) de Petorca.

Lo anterior adquiere relevancia al evaluar dichos mecanismos, como también la gestión del recurso hídrico sobre la propiedad de agua subterránea en el acuífero del río Petorca.

Objetivo general

Determinar los mecanismos de asignación que explican la propiedad actual del agua subterránea en el acuífero de Petorca.

Objetivos específicos

- 1) Describir la propiedad actual del agua dentro del acuífero del Río Petorca.
- 2) Determinar el rol del mercado del agua en la asignación de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas dentro del acuífero del Río Petorca.
- 3) Determinar cuáles han sido los principales mecanismos de asignación de la propiedad actual del agua dentro del acuífero del Río Petorca.

MÉTODO

Descripción del Lugar de Estudio

La cuenca del río Petorca se encuentra entre los paralelos 32° y $32^{\circ}20'$ Latitud Sur, en la provincia de Petorca, al NE de la V Región de Valparaíso. Limita al norte con la cuenca del río Choapa (IV Región de Coquimbo) y al sur con la cuenca del río Ligua (ver Figura 1). La cuenca del río Petorca abarca la totalidad de la comuna de Petorca más parte de los territorios pertenecientes a las comunas Cabildo y La Ligua. Drena alrededor de 1.986 km^2 y posee orientación generalizada NE-SW, lo que incide en la poca extensión de sus tributarios, acentuándose en la vertiente sur (DGA, 2013).

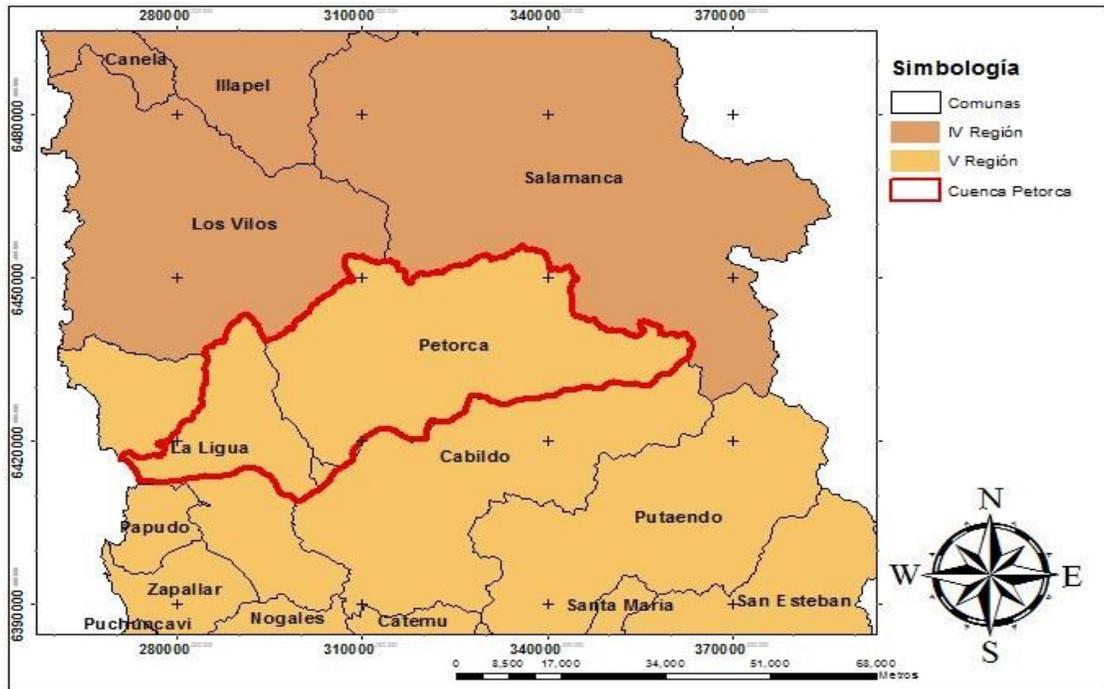


Figura 1. Área de Estudio: Cuenca y Acuífero del Río Petorca

El río Petorca nace en el macizo montañoso de la Cordillera de Los Andes, con el nombre de río El Sobrante a una altura de 3880 msnm. Al unirse al principal afluente, el estero Pedernal (o Estero Chalaco) a la altura del pueblo de Chicolco (650 msnm), pasa a denominarse Petorca. Luego de un recorrido de 72 km. desemboca al mar, en el sector denominado Las Salinas de Pullally, cerca de la desembocadura del río La Ligua. Los principales afluentes del río Sobrante son la quebrada La Laguna (donde se encuentra la Laguna del Sobrante), la quebrada Los Nacimientos y la quebrada El Chacay. Los principales tributarios del río Pedernal son el estero La Tejada y el estero Chalaco. Aguas

abajo, el río Petorca recibe aguas del estero Las Palmas y del estero Ossandón, y de un conjunto de quebradas, entre las que destacan la quebrada de Castro, El Bronce y la Ñipa (DGA, 2006; DGA, 2013). En esta región, los cordones de cerros de ambas cordilleras, se suceden sin discontinuidades importantes, entre el océano y la frontera con Argentina, alcanzando alturas de 100 a 300 msnm en la costa y de unos 3500 msnm en las cabeceras (GCF Ingenieros Ltda., 2011).

El área de estudio posee un régimen principalmente pluvial, con un importante período de disminución de sus caudales en la época estival (DGA, 2006). La clasificación Köppen (1948) del área de estudio corresponde a un clima de estepa con gran sequedad atmosférica, éste se caracteriza por cielos despejados y alta luminosidad. Las lluvias son escasas e irregulares por lo que las sequías son frecuentes, a pesar que los totales anuales superan los 200 milímetros. En los inviernos lluviosos pueden precipitar hasta 10 veces más que en los inviernos con sequía. Contrastes similares pueden encontrarse a lo largo de un mismo año, pues las precipitaciones pueden concentrarse en períodos de dos a tres semanas, dejando el resto del año con déficit.

Lo anterior se complementa con los resultados del documento “Descripción de la Cuenca de Petorca: Oferta y Demanda Hídrica” (SURGHE, 2012) que asocia, para la zona, un Régimen nivo - pluvial, presentando alza de caudales en primavera, en contraste con los largos períodos de bajo caudal durante el resto del año.

Según GCF Ingenieros Ltda., (2011) el clima de la cuenca de Petorca varía de mar a cordillera, considerando tres secciones:

- Zona Costera: clima templado cálido, influido por el océano, de homogeneidad térmica. La temperatura media anual es del orden de 15°C con medias mensuales de 11°C en invierno y 18°C en verano.
- Zona Interior: clima tipo estepa, con temperaturas medias de 15°C en invierno y 22°C en verano, apreciándose una anomalía térmica en que la temperatura aumenta con la altura.
- Zona Alta: presenta un clima cordillerano con existencia de fuertes heladas en invierno.

Tanto la Zona Costera como la Zona Interior se asocian a Precipitaciones medias de 275 mm/año, mientras que en la parte alta llega incluso a 700 mm/año.

La zona no recibe influencia oceánica, teniendo un mayor grado de continentalidad, por lo que la temperatura presenta importante amplitud tanto diaria como anual, registrándose heladas en los sectores bajos en invierno (Meteochile, 2013).

La vegetación asociada al valle de Petorca es generalmente rala y del tipo de pastos de temporada. Se presentan algunos matorrales relativamente densos en fondos de quebradas. En sectores asociados a vertientes se encuentran cubiertas vegetacionales que corresponden a terrenos de vegas o pantanosos. Se destaca la aptitud bioclimática de la parte central del valle para la producción de frutales y chacarería temprana (GCF Ingenieros Ltda., 2011).

Antecedentes

El acuífero del río Petorca se ubica en la provincia del mismo nombre, la cual posee una superficie de 4.589 km² con 70.610 habitantes en cinco comunas: Petorca, La Ligua, Cabildo, Papudo y Zapallar (ver Figura 1). La principal actividad económica es la agricultura, produciendo esencialmente paltos y limones (Guiloff et al. 2013).

De acuerdo al INE (2011) a nivel regional, la provincia de Petorca posee el 41,4% del total de la superficie plantada con limoneros y el 37,9% de la superficie total plantada con paltos. De esta forma, ha llegado a convertirse en la zona de mayor exportación en Chile de este tipo de productos, acaparando más del 23% de la fuerza laboral en la provincia. Sin embargo, este crecimiento no ha sido exclusivo de la cuenca de Petorca, sino que en Chile la superficie de paltos ha crecido exponencialmente, debido principalmente a las promisorias expectativas de rentabilidad y condiciones edafoclimáticas que permiten el desarrollo de este cultivo (Castro y Espinosa, 2008).

La provincia de Petorca se considera una zona de transición entre la zona del semiárido y la mediterránea, donde las formaciones de bosque nativo se han reducido respecto de su condición pasada y la intervención en forma de cultivos, ganadería o extracción de tierra de hojas, árboles y arbustos para leña o carbón, prolongada en el tiempo hacen que prácticamente no existan muestras de ambientes sin alguna intervención antrópica (Castro y Espinosa, 2008).

Las plantaciones de paltos en laderas representan para la cuenca el río Petorca una actividad económica que se percibe como positiva por la demanda de servicios y por constituir fuentes de trabajo, sin embargo existe evidencia del creciente impacto negativo asociado a la pérdida de suelo al inicio de las plantaciones por el gran movimiento de tierra (aproximadamente, el 48 % de la superficie de la comuna de Petorca se encuentra clasificada en las clases de erosión “severa” y “muy severa”) (ODEPA, 2009), la sustitución de formaciones vegetacionales nativas (impacto en biodiversidad), y el aumento en la competencia del recurso agua potable (Castro y Espinosa, 2008).

Los perjuicios hacia los habitantes de la zona (pequeños agricultores) consisten en la pérdida de más de 4.000 hectáreas de cultivo, sectores rurales privados de agua de bebida y para servicios higiénicos (Guiloff et al., 2013). La entrega de agua en camiones aljibes y almacenada en estanques proporcionados por ONEMI, ha sido la solución desde los municipios involucrados (Petorca, La Ligua y Cabildo). Sin embargo, la calidad de ésta ha sido cuestionada por la presencia de nitratos (Guiloff et al., 2013).

Obtención de información sobre los DAA subterránea en el acuífero del río Petorca

Al entrar en vigencia la Ley N° 2.139 del año 1908, sobre Asociaciones de Canalistas, se contempla que los regadores de agua estuvieran sujetos a un determinado sistema de registro, creando el denominado Registro de Regadores de Agua que administrarían los Conservadores de Bienes Raíces (Manríquez, 2010).

El CA de 1981 incorpora materias sobre la inscripción del DAA en el equivalente actual del Registro de Regadores de Agua, denominado Registro de Propiedad de Aguas (RPA)¹⁴. La inscripción en el CBR competente, es el único procedimiento que permite la posesión efectiva de DAA (Barrientos, 2007; Boettiger, 2012; Manríquez, 2010; Vidal, 2008).

El CA de 1981 dicta desde en los artículos 112 al 118, las disposiciones que se deben inscribir en los RPA, algunas de las más importantes son: dominio; constituciones; títulos constitutivos de una organización de usuarios; acuerdos y resoluciones que determinen los DAA de cada comunero o usuario; documentos que alteren la distribución de los DAA; escrituras públicas que contengan el acto formal del otorgamiento y/o renuncia definitiva de un DAA; resoluciones en el caso de transmisión de los DAA por causa de muerte (herencias), entre otras¹⁵.

El artículo 118 menciona que “Tratándose de derechos de aprovechamiento que recaigan sobre aguas embalsadas o aguas subterráneas, las inscripciones deberán hacerse en el CBR que tenga competencia en la comuna donde se encuentre ubicado el embalse o el pozo respectivo...”. Debido a esto, la comuna correspondiente y, por ende, el CBR en el que se requirió el RPA fue el de la comuna de Petorca.

La información fue levantada en el marco del proyecto “Diagnóstico de Titulares de Derechos de Aprovechamiento de Aguas de los Acuíferos del Río La Ligua y Petorca” realizado por el Laboratorio de Análisis Territorial de la Universidad de Chile y solicitado por la Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica de la DGA.

Se recopiló información del RPA de cada DAA inscrito, vigente hasta el mes de Octubre del año 2012 y que sus extracciones se ubicasen dentro del acuífero del río Petorca. Con esta información, se construyó una base de datos con todos los campos de información pertinente y relevante que caracterizan e individualizan cada inscripción de agua subterránea.

Se consideró la siguiente información:

¹⁴ El artículo 20 inciso 2° del CA agrega la existencia de un tipo de DAA que no necesitan ser solicitado para poder ser utilizado, los cuales se otorgan por el solo ministerio de la ley a aquella persona que reúna los requisitos previstos por la norma (Vidal, 2008).

¹⁵ Art. 114 del CA de 1981

- Tipo de inscripción
- Fecha de registro
- Nombre y RUT del Titular
- Entidad que otorga el DAA (DGA, SAG ó Juzgado de Letras)
- Artículos y/o Decretos por el cual se rige.
- Naturaleza y Ejercicio del DAA
- Uso del DAA
- Caudal (L/s, L/min, Acciones y Porcentaje)
- Coordenadas geográfica del punto de captación (Huso, Datum).
- Dominio Histórico del DAA

En caso de no encontrarse dicha información, se revisaron, para los casos donde era posible, los DAA históricos de los cuales derivan los DAA vigentes.

Procesamiento de información sobre los DAA subterránea en el acuífero del río Petorca

La base de datos conformada presenta la información para cada DAA inscrito en filas, mientras las columnas representan distintos atributos obtenidos desde la escritura (Información CBR, Datos del Titular y unidades del DAA, entre otros.). De esta forma, un registro del CBR puede estar representado por una o más filas en función de los DAA inscritos que correspondan en la escritura del mismo. Es posible identificar los distintos DAA inscritos de un mismo registro gracias a la columna “ID Registro”, donde cada valor se repite en el caso de existir más de un DAA (ver Tabla 1).

Tabla 1. Ejemplo de Registros con distinto Número de DAA en la base de datos

ID		Información CBR			Datos del Titular	Caudal (Q)	
Id Registro	Año CBR	N° Registro CBR	Fojas CBR	Tipo de inscripción	Nombre de Titular	Q	Unidad de Q
100	2011	54	64	Regularización	Vicencio Olga Luisa	0,20	L/s
355	2008	36	50	Regularización	Bustamante Enrique	2,50	L/s
355	2008	36	50	Regularización	Bustamante Ernesto Enrique	1,50	L/s

Dentro de los ítems relevantes a analizar se encuentra: Tipo de inscripción, Titular Efectivo, DAA individual (filas), uso actual de los DAA y la ubicación geográfica de los mismos.

Se trabajó con la equivalencia del DAA en L/s, con el objetivo de agrupar caudales de extracción según otras características (ej. caudales totales asociados a la actividad agrícola). Los datos de entrada que se utilizaron con los mencionados fines corresponden a tres formas de categorización (ver Tabla 2):

- Caudal (Q): asociado al promedio mensual de extracción otorgado, generalmente expresado en acciones, porcentajes (%), litros por segundo L/s y/ó litros por minuto (L/min)
- Caudal Máximo Instantáneo (Q Máx): refiérase a la cantidad de agua extraída en un segundo expresados en porcentaje (%) y/ó litros por segundo L/s
- Volumen de extracción anual (Vol. Anual): es el caudal equivalente a lo que se puede explotar dentro de un año expresado únicamente en metros cúbicos anuales ($m^3/año$)

Tabla 2. Ejemplo de Información del Caudal de extracción en la base de datos

DAA					
Q	Unidad de Q	Q Max.	Unidad de Q Max.	Vol. Anual	Unidad de Vol. Anual
4,00	L/s	-99	s/i	-99	s/i
-99 ¹⁶	s/i	1,00	L/s	6307	M ³
-99	s/i	0,40	L/s	2523	M ³

Para efectos de la contabilización de Caudal (L/s), se utilizó exclusivamente la información contenida en las columnas de Caudal (Q), referida al promedio mensual, debido a que corresponde a una cifra comparable para la mayoría de los casos. Se destaca que para los DAA inscritos que simultáneamente contenían información para Caudal (Q) y Caudal Máximo Instantáneo (Q Max), dichos valores fueron idénticos¹⁷ para todos los casos.

La información que no se incluyó (DAA sin equivalencia a L/s) se debe a la ausencia de los caudales de extracción y/ó a la imposibilidad para obtener su equivalencia en L/s (expresados en porcentajes y/o acciones).

¹⁶ El valor “-99” aparece cuando no se encontró información asociada al Caudal (Q, Q Max y Vol. Anual) en las inscripciones respectivas.

¹⁷ Salvo una excepción, donde aparece Caudal (Q) expresado en %, mientras el Caudal Máximo Instantáneo (Q Max) en L/s.

Análisis según Tipo de Inscripción

Cada Registro lleva en su inscripción la tipología a la cual corresponde. Las definiciones de cada tipología se encuentran en el Glosario (abreviadas en la Tabla 3):

Tabla 3. Abreviatura de Tipos de Inscripción presentes en el RPA del acuífero de Petorca

Abreviatura	
ADJ	Adjudicación
APO	Aportes
CR	Compra en Remate
CV	Compraventas
PER	Permuta
CPC	Cambio de Punto de Captación
CONST	Constitución
DIST	Distribución de Aguas
DOM	Dominio
HER	Herencia
REG	Regularización

Para cada tipo de inscripción se obtuvo: el número de registros y número de DAA inscritos dentro de los mismos, número de DAA con información en (L/s), caudal en (L/s) y promedio de caudal (L/s). Se evitó relacionar la variable “Número de registros” y Caudal (L/s), ya que los registros pueden tener más de un DAA y, a su vez estos pueden tener o no información de caudal en (L/s).

Posteriormente, cada tipo de inscripción se agrupó en dos categorías: Mercado y No Mercado, identificando para cada una las variables ya descritas, excepto la distribución temporal. El criterio para la inclusión de cierto tipo de inscripción hacia la categoría de Mercado fue la transacción de dinero registrada en la escritura. De la misma forma, los tipos de inscripción que no presentaron intercambio de dinero (otorgamientos y transmisiones) se catalogaron bajo No Mercado.

Cabe aclarar dos conceptos que se incluyen en el CA de 1981 en los art. 21, 122, 317 y 1° transitorio, en relación con la transferencia y transmisión del dominio de DAA. La transferencia de propiedad de un DAA puede efectuarse entre particulares mediante transacciones, es decir intercambio de dinero (ej. Compraventas), y también es aplicable para los otorgamientos de DAA (ej. Constitución), es decir, el acto de autoridad ejercido por alguno de los organismos estatales competentes para la constitución de DAA (DGA, SAG ó Juzgado de Letras). Por su parte, las transmisiones se definen en el artículo 773 del Código Civil haciendo referencia a que estas sólo se efectúan “por causa de muerte”, por tanto sólo es aplicable para inscripciones del tipo Herencia.

Análisis según DAA inscrito

En primer lugar, se agruparon los DAA según la unidad utilizada (Acciones, Porcentajes, L/s) para referirse al caudal de extracción.

Luego, para los DAA con (L/s) se utilizó estadística descriptiva para caracterizar la distribución del caudal inscrito en (L/s). Se aplicaron estadísticos de tendencia central como la media aritmética, mediana y moda, además de agregar estadísticos de dispersión como la Desviación Estándar, Rango y Rango Intercuartil. Además se añadieron medidas de forma en relación al coeficiente de asimetría de Pearson (A_p) y Curtosis (apuntamiento).

Posteriormente, se utilizaron Histogramas para ubicar las concentraciones en los intervalos de clase definidos según los parámetros de tendencia central.

Además, se establecieron las distribuciones temporales anuales para el número de DAA y el número de DAA con (L/s), ubicando los años con mayor o menor representatividad en cuanto al caudal en (L/s) obtenido.

Por último se realiza una estimación simple del caudal total inscrito en base a la ecuación 1:

$$E = Q + (X * \bar{X})$$

Ecuación 1. Estimación del Caudal (L/s) a partir de parámetros de tendencia central

Donde,

E : Estimación de caudal total inscrito.

Q : Caudal de extracción (L/s) acumulado (DAA con información en (L/s)).

X : Número de DAA sin información de caudal de extracción en (L/s).

\bar{X} : Parámetro a extrapolar (media) para el total de DAA con información en (L/s).

Análisis según Titular

Dentro de la base de datos se identificaron Titulares que correspondían a la misma razón social (mismo Rut y/o domicilio) con variaciones en el Nombre indicado en la escritura. Se agrupó, para estos casos, en una misma razón social con el objetivo de determinar el número de DAA según Titulares Efectivos.

Al igual que el análisis anterior, se utilizó estadística descriptiva para los DAA inscritos con (L/s) asociado a cada Titular Efectivo. Se determinó la distribución de caudales (L/s) y también el número de Registros por Titular Efectivo.

Posteriormente, se categorizó a cada Titular Efectivo con el objetivo de distinguir el perfil general de los Titulares. Se crearon de este modo las siguientes categorías de Titulares Efectivos: “Empresas Agrícolas”, debido a la alta representatividad que poseen las Agrícolas dentro de la base de datos y “Empresas Mineras”, debido a su uso intensivo del recurso hídrico; “Agua Potable”, que contiene los títulos asociados a la distribución del agua para consumo humano y/o doméstico tales como Cooperativas y/o Comités de Agua Potable y Empresas Sanitarias; “Organizaciones de Usuarios del Agua (OUA)” donde se encuentran las organizaciones encargadas de la administración del recurso hídricas por parte de los usuarios (Comunidad de aguas y Asociación de Canalistas). Finalmente, otros tipos de Sociedades fueron categorizadas dentro del grupo “Otros” debido a la poca representación a nivel global de cada uno de los mismos.

De esta forma, se obtuvieron los caudales (L/s) correspondientes a las categorías definidas anteriormente. Además, se registró la existencia de subestimaciones para los casos donde la incompatibilidad de las unidades no permitió contabilizar la totalidad del DAA en (L/s). Un resumen de lo anterior se representa en la Figura 2.

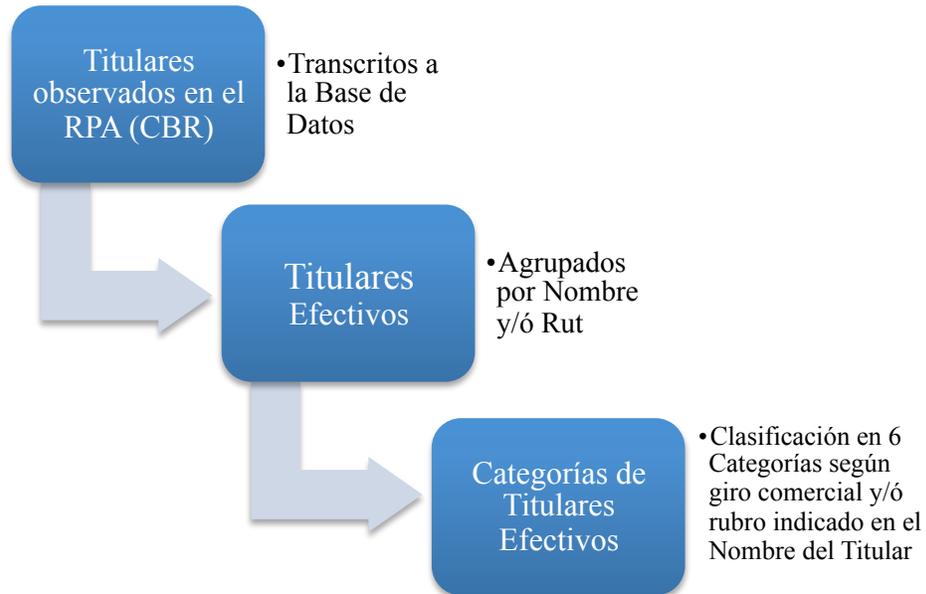


Figura 2. Método empleado para el Análisis según Titular

Análisis según Uso

Existen tres tipologías de Uso dentro de la base de datos: Riego, Agrícola y Minero. Para efectos de la presente investigación, se agruparon las inscripciones atribuidas a “Riego” y “Agrícola” en un solo tipo de uso: “Agrícola”.

Se realizó un filtro en Microsoft Excel (2011) para los DAA inscritos según Uso, en el cual se relaciona el año de inscripción del registro que contiene dichos DAA. Además, para los DAA inscritos que no indicaron Uso asociado de manera explícita, se complementó bajo la premisa de que el nombre del Titular (ej. Sociedades Agrícolas) explica, en gran parte, el rubro o la utilización del DAA (ver Tabla 4). Es decir, para los DAA inscritos por Titulares del tipo “Sociedad Agrícola X”, “Agro X”, entre otros Titulares ligados al rubro agrícola (Huertos y/o Empresas Agrícolas), y que no cuenten con información explícita en la columna “Uso”, fueron asumidos como derechos con Uso Agrícola. Se empleó el mismo criterio para las Empresas Mineras (Uso Minero).

Tabla 4. Ejemplo del criterio complementario al Análisis según Uso

Información del Titular		DAA
Nombre del Titular	Uso Efectivo	Uso DAA contenido en escritura
Sociedad Agrícola Santa Rosario Ltda.	Agrícola	s/i
Agrícola Petorca S.A.	Agrícola	s/i
Huertos Santa Julia	Agrícola	s/i
Bendel Fruit S.A	Agrícola	s/i

Análisis de la distribución espacial de la propiedad del agua en el acuífero del río Petorca

Para el análisis espacial de la propiedad del agua se utilizaron los DAA que poseen información espacial en coordenadas geográficas UTM. Se ingresaron a un Sistema de Información Geográfica (SIG), en este caso ArcGis 10, donde se representó la distribución espacial de las obras de captación (pozos, norias, drenes y/o punteras) dentro del área de estudio.

Para determinar la existencia de patrones dentro de la distribución espacial de las captaciones se utilizó índices de autocorrelación espacial globales (Moran Global, G general de Getis-Ord) y un indicador local, (Análisis de puntos calientes G_i^* de Getis-Ord). A diferencia de los índices globales, los análisis locales de autocorrelación permiten obtener la distribución espacial de los patrones que se hayan identificado.

Según Góngora (2007) y Ordóñez et al. (2011), la autocorrelación espacial es utilizada en la medición de la asociación lineal entre dos variables aleatorias, y puede definirse como la influencia de la coincidencia de valores similares de una variable en espacios geográficos cercanos, es decir, cuando una variable tiende a asumir valores similares en unidades geográficamente cercanas. En resumen, refleja el grado en que objetos o actividades en una unidad geográfica, son similares a otros objetos o actividades en unidades geográficas próximas.

Estas asociaciones lineales se realizaron según el ítem Caudal Efectivo (L/s), con el objetivo de identificar la existencia de áreas donde haya mayor extracción del recurso.

El índice Moran Global (I) es un índice de co-variación entre diferentes zonas con valores entre -1 a 1. Un valor 0 indica que no existe autocorrelación; mayor que 0 indica una autocorrelación espacial positiva, es decir, las zonas con valores (caudales de extracción) similares están próximas entre sí (más de lo que correspondería a una distribución aleatoria de los captaciones). Valores inferiores a 0 indican una autocorrelación espacial negativa, es decir, las zonas tienen diferentes valores que los correspondientes a sus vecinos (dispersión no aleatoria). Lo anterior podría darse cuando las variables son “competitivas” entre sí, generando distancia entre los valores similares (Ordóñez et al., 2011).

La expresión matemática del índice Moran Global es la siguiente:

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}) \sum_{j=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad i \neq j$$

Ecuación 2. Índice Moran Global

Donde N es el número de casos, x_i es el valor de la variable en una ubicación determinada y x_j el valor de la variable en otro lugar, \bar{x} es la media de la variable y w_{ij} es un peso que depende de la localización relativa entre las observaciones i y j (Ordóñez et al., 2011).

Por otro lado, la herramienta de Agrupamiento (Clustering) alto/bajo (G general de Getis-Ord) mide la concentración de valores altos o bajos para una área de estudio determinada. Su expresión matemática se representa de la siguiente manera:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} x_i x_j}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i x_j} \quad i \neq j$$

Ecuación 3. Agrupamiento (Clustering) alto/bajo (G general de Getis-Ord)

Donde N es el número de casos, x_i es el valor de la variable en una ubicación determinada y x_j el valor de la variable en otro lugar. Por otro lado, w_{ij} es un peso que depende de la localización relativa entre las observaciones de i y j .

A diferencia del índice Moran Global, la herramienta de Agrupamiento (Clustering) alto/bajo sólo funciona con valores positivos (entre 0 y 1). Ambos resultados se deben interpretar dentro del contexto de la hipótesis nula, es decir, la completa aleatoriedad espacial (Ord y Getis, 1995).

Para rechazar o no la hipótesis nula, se deben considerar los valores P y de z que arroje cada herramienta señalada. La probabilidad de que el patrón espacial observado se haya creado mediante algún proceso aleatorio se representa como el valor P , mientras que los valores de z representan las desviaciones estándar (valores negativos o positivos).

En el caso de que los valores de P permitan rechazar la hipótesis nula (valores $< 0,10$ para obtener un 90% de confianza), las interpretaciones de los resultados son distintas para cada herramienta.

Posteriormente se realizó la identificación de agrupamientos (Clusters) espaciales estadísticamente significativos de valores altos (puntos calientes) y valores bajos (puntos fríos), a través del cálculo de la estadística G_i^* de Gestis-Ord, arroja como resultado el lugar donde se agrupan espacialmente los valores altos o bajos del conjunto de datos. Lo anterior funciona dentro del contexto de búsqueda de entidades vecinas, es decir, una captación asociada a un valor alto de caudal de extracción es interesante, pero puede no corresponder a un punto caliente estadísticamente significativo ya que para corresponder a esta categoría, debe estar rodeada por otros valores altos (valores atípicos quedan fuera del análisis). La suma local para un registro y sus vecinos se compara proporcionalmente con la suma de los demás registros, una diferencia demasiado grande como para ser resultado de una opción aleatoria daría lugar a un punto estadísticamente significativo (ESRI, 2012b).

Con esta información fue posible identificar la existencia de patrones de distribución espacial de los precios, la cual fue analizada y complementada en base a la revisión de información secundaria existente para el área de estudio.

Determinación del rol del MA en la asignación de los DAA dentro del acuífero del Río Petorca

En las secciones anteriores las variables número de Registros, número de DAA, caudal (L/s), más la distribución temporal de inscripciones, fueron determinadas para cada tipo de inscripción. Por tanto, se agrupó la información asociada a los tipos de inscripción que pertenecen al MA para obtener totales parciales asociados exclusivamente a los mecanismos del MA.

Una vez filtradas las inscripciones asociadas al MA, se determinaron variaciones en la distribución temporal en base a las variables número de inscripción por año y caudal (L/s) inscrito por año. También se realizó un análisis de frecuencias en el uso de unidades asociadas al caudal (Acciones, Porcentajes, L/s, entre otros).

Por último, se determinó la participación de cada Categoría de Titulares en el MA, según el número de Registros asociado a cada Categoría de Titulares.

Principales mecanismos de asignación de la propiedad actual del agua dentro del acuífero del río Petorca.

Regularizaciones y Constituciones se analizaron en base las disposiciones transitorias del CA de 1981 (art. 2º y 5º transitorio) y de la Ley N° 20.017 del año 2005 (art. 4º y 6º transitorio).

Se determinó el Número de Registros y Caudal (L/s) inscrito según cada mecanismo específico sea disposición transitoria o, como en el caso de las Constituciones, vía solicitud. Para la variable número de registros por año se analizó su distribución temporal.

Luego, se utilizó estadística descriptiva para todos los DAA con (L/s) según vía específica tanto de Regularización como de Constitución. Con este análisis se pudo determinar si dichas inscripciones se ajustaron o no a las normas establecidas en la Ley (ej. art. 4º transitorio para caudales no mayores de 2 (L/s))

También para cada tipo de inscripción y, en específico para cada disposición transitoria se determinó la participación de las categorías de Titulares en cuanto a las variables número de Registros, número de DAA y caudal (L/s). De esta manera se determinó el perfil de usuario que ha inscrito la mayor parte de la propiedad en los principales tipos de inscripción.

Posteriormente, se relacionaron las variables caudal (L/s) y número de DAA con (L/s) según vía específica de inscripción (Disposiciones transitorias y/o solicitud), para determinar cual ha sido el mecanismo que ha inscrito mayor caudal, junto al grado de representatividad según el número total de DAA inscritos por cada vía.

Por último se realiza una estimación del caudal (L/s) para cada mecanismo específico con la Ecuación 3, debido a los importantes vacíos de información referentes a dicha unidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron los datos extraídos desde el RPA, administrado por el CBR de Petorca, en relación con la propiedad del agua subterránea del acuífero del Río Petorca. Se encuentran los siguientes datos generales:

- 1299 Registros
- 1584 DAA inscritos
- 11 Tipos de Inscripción

Las fechas en las cuales se inscriben estos registros (y de la cual inician vigencia) abarca desde Septiembre del año 1969 hasta el mes de Octubre del año 2012. Cada Registro puede tener más de un DAA inscrito contenida en su escritura, por lo que el total de DAA inscritos es mayor a los registros contabilizados.

Los tipos de inscripción se dividen, como ya se ha mencionado, entre: los mecanismos de transferencia de propiedad asociados al MA (denominadas transacciones) y los mecanismos no asociados al MA (otorgamientos desde el Estado y/o transmisiones, para el caso de las Herencias). En la Tabla 5 se resume esta clasificación:

Tabla 5. Clasificación de tipos de inscripción según Mercado y No Mercado

Categoría	
Mercado	No Mercado
<i>Adjudicación</i>	<i>Constitución</i>
<i>Aporte</i>	<i>Distribución de Aguas</i>
<i>Compra en Remate</i>	<i>Dominio</i>
<i>Compraventas</i>	<i>Herencia</i>
<i>Permuta</i>	<i>Regularización</i>

Además de las clasificaciones anteriores, existen 51 registros asociados a un tipo de inscripción denominado “Cambio de Punto de Captación (CPC)”, el cual no constituye una transferencia de Propiedad ni la constitución de nuevos DAA. En este sentido, el CPC permite al titular de un DAA inscrito, extraer, en un nuevo punto de captación, el caudal estipulado originalmente. Por lo anterior, se excluyeron los registros CPC (51) modificando el universo de registros ya que estos fueron ingresados como “nuevos” DAA en la base de datos. Por tanto, se consideraron:

- 1248 Registros de inscripciones
- 1477 DAA inscritos
- 10 Tipos de Inscripción

Las cifras señaladas representan los registros que han logrado mantener su vigencia hasta la fecha señalada. Al existir transferencias y/o transmisiones de la propiedad de agua subterránea del acuífero del río Petorca, existen registros que han perdido su vigencia, los cuales no fueron integrados en el presente estudio.

Descripción de la Propiedad del Agua

Análisis según DAA inscrito, tipo de inscripción, caudal, usos, distribución espacial y titulares.

La información respecto al Caudal total inscrito en el acuífero del río Petorca se compone de 3 partes: a) 4327,09 (L/s) distribuidos en 1008 DAA inscritos; b) 18,186 Acciones distribuidos en 5 DAA inscritos y c) 262 DAA inscritos con información de dotación en Porcentajes (%).

En la Tabla 6 aparece el número de DAA inscritos según las unidades utilizadas para definir Caudal (Q Promedio Mensual).

Tabla 6. Número de DAA según unidades utilizadas para la determinación del Caudal de extracción

Unidad	DAA	% de DAA
L/s	1008	68,25
Porcentaje	262	17,74
Acciones	5	0,34
Sin Información	202	13,68
Total	1477	100

Existe un 31,75 % del total de DAA inscritos que no pueden ser contabilizados en (L/s), ya sea por ausencia de equivalencias en Acciones y/o Porcentajes (%) ó debido a vacíos de información de referencia al Caudal de extracción (ver Tabla 6). Por tanto, la cifra 4327,09 (L/s) resulta una subestimación al no integrar, aproximadamente, un tercio del total de DAA inscritos.

La gestión del recurso hídrico del acuífero puede verse afectada negativamente cuando la inscripción no especifica clara y detalladamente las dimensiones del caudal a extraer. Esto puede favorecer el surgimiento de conflictos entre usuarios, limitar la gestión pública así como también influir de forma negativa en los mecanismos del MA (CEPAL, 2004; Donoso et al., 2010).

En la Tabla 7 se muestran los resultados parciales de Número de registros, Número de DAA y caudal de extracción (L/s), para cada tipo de inscripción.

Tabla 7. Representatividad para cada Tipo de Inscripción

Tipo de inscripción	Número de Registros	Número de DAA	Número de DAA con (L/s)	Porcentaje de DAA con (L/s)	Caudal (L/s)	Porcentaje Caudal (L/s)
<i>Adjudicación</i>	41	46	26	56,52	36,72	0,85
<i>Aporte</i>	21	27	19	70,37	190,5	4,4
<i>Compra en Remate</i>	4	4	4	100	19	0,44
<i>Compraventas</i>	266	332	250	75,3	1379,67	31,88
<i>Constitución</i>	383	394	247	62,69	802,82	18,55
<i>Distribución de Aguas</i>	1	1	0	0	0	0
<i>Dominio</i>	57	67	41	61,19	449,78	10,39
<i>Herencia</i>	43	61	34	55,74	117,8	2,72
<i>Permuta</i>	2	2	2	100	3	0,07
<i>Regularización</i>	430	543	385	70,9	1327,81	30,69
Total	1248	1477	1008	68,25	4327,09	100

Los totales para Caudal (L/s) según tipo de inscripción se encuentran subestimados (a excepción de Compras en Remate y Permutas), razón del ítem Porcentaje de DAA inscritos con L/s (ver Tabla 7).

En cuanto al número de registros según tipo de inscripción, la mayoría (86,46 % del total de registros) corresponden a Regularizaciones (430), Constituciones (383) y Compraventas (266). La misma situación ocurre según caudal (L/s) inscrito, pero en distinto orden: Compraventas con 1379,67 (L/s) inscritos, Regularizaciones con 1327,81 (L/s) y Constituciones con 802,82 (L/s). La suma de estos caudales de extracción equivalen al 81,12 % del caudal total contabilizado en L/s.

El 13,54 % restante del número total de registros se compone en orden decreciente: Dominio (57), Herencias (43), Adjudicaciones (41), Aportes (21), Compras en Remates (4), Permutas (2) y Distribución de Aguas (1). Estos registros suman un caudal de 816,81 (L/s) equivalente al 18,88 % del total del caudal de extracción inscrito en L/s.

En base a los resultados se determina que la propiedad del acuífero del río Petorca se encuentra concentrada en tres tipos de inscripción: Regularizaciones, Constituciones y Compraventas. A su vez, bajo este último tipo de inscripción se ha asignado mayor caudal de extracción en menos número de inscripciones, en comparación con las principales vías administrativas (Regularizaciones y Constituciones).

En las figuras 3 y 4 se representa la distribución temporal de las variables Número de registros por año y Caudal (L/s) inscrito por año, entre 1969 y 2012. Las diferencias entre el año de inicio en los gráficos se atribuyen a los vacíos en la información relativa al Caudal en (L/s), la cual se encuentra disponible en forma parcial sólo desde 1979 en adelante.

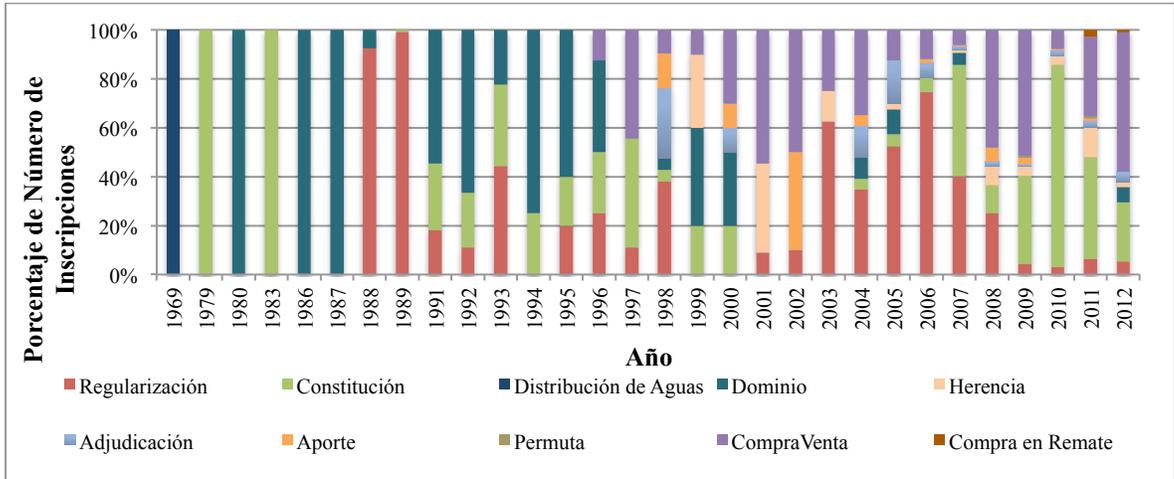


Figura 3. Distribución temporal de la proporción del Número de Registros por año según Tipo de Inscripción

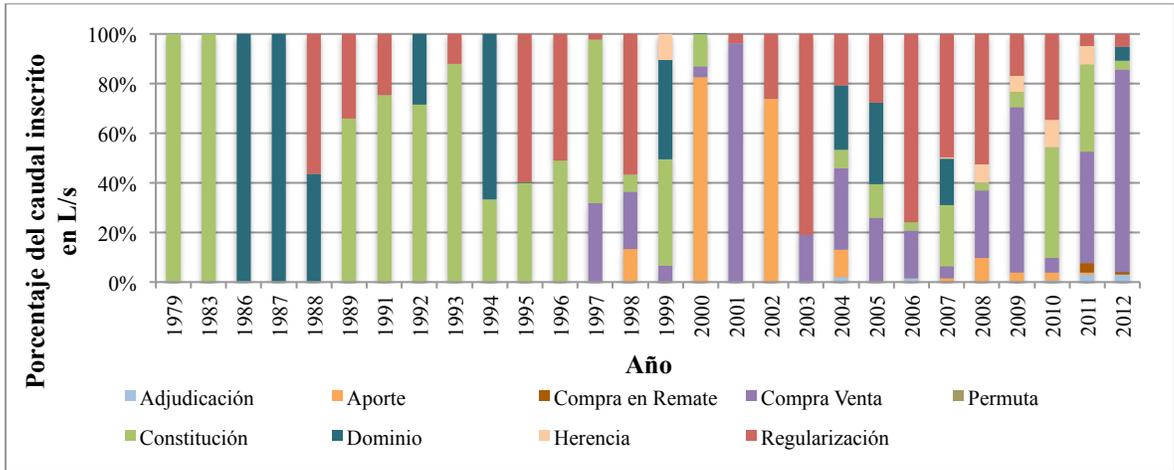


Figura 4. Distribución temporal de la proporción del Caudal Inscrito en (L/s) por año según Tipo de inscripción

Ambos gráficos señalan que para la primera mitad de la serie de años (previo a 1997), los tipos de inscripción con mayor representación son ajenos al MA: Constituciones (verde claro), Dominios (verde oscuro) y Regularizaciones (rojo). Por otro lado, los tipos de inscripción asociados al MA aparecen posteriores a dicha fecha, principalmente Compraventas.

La existencia de dos “períodos” en cuanto a los mecanismos de asignación del recurso es atribuible a lo acontecido el día 30 de Septiembre de 1996, cuando el titular de DAA

subterráneos, don Alejandro Palacios Vásquez, solicitó la declaración de área de restricción para el acuífero del río Petorca (Prieto, 2011). Por tanto, los registros asociados al MA observados desde el año 1996 indicarían que las vías administrativas (solicitud DGA) para la obtención de DAA ya se encontraban limitadas ó existía la información suficiente para no acudir a estas, por lo que el MA aparece como alternativa para la creciente demanda por el recurso.

El contenido de la Minuta Técnica DGA N° 13 de 1996 sobre “Determinación de la Disponibilidad de Recursos Hídricos para constituir nuevos DAA de aguas subterráneas en el sector del acuífero del valle de Petorca”, estimó que las entradas del acuífero eran 570 (L/s) aproximadamente mientras que el consumo efectivo de los DAA era de 648 (L/s) para esa fecha. Este balance negativo¹⁸ cercano a 80 (L/s) fue entendido como una “condición de sobreexplotación leve, lo que no posibilita la constitución de nuevos DAA de aguas subterráneas”. Dicho déficit (existente al año 1996) se explicaría debido al aumento en el cultivo y la explotación de frutales con riego tecnificado (GCF Ingenieros Ltda., 2011).

Posteriormente, en 1997 se publicó la Resolución DGA N° 216 que declara al acuífero del río Petorca como “Área de restricción”, hito en relación a la gestión hídrica de la cuenca. Esta Resolución suspendió la “asignación inicial” en forma de constituciones, forzando la activación de otros mecanismos de obtención por parte de los usuarios. Esto explicaría, en parte, la diversificación de los tipos de inscripción posterior a 1997 (ver Figura 9) representando los mecanismos del MA dentro del RPA, en especial las Compraventas (morado). Sin embargo, se aprecia que para la segunda mitad de años, Regularizaciones y Constituciones (artículo 4° y 6° transitorio) alcanzan sus valores máximos tanto en número de inscripciones como caudal (L/s) inscrito por año.

En relación a la distribución temporal de los DAA inscritos, la Figura 5 compara, por cada año, el número de DAA inscritos y aquellos DAA que efectivamente cuentan con su caudal de extracción en L/s. Se añade, además, el Caudal (L/s) inscrito por año (línea azul).

¹⁸ Las cifras consideran una sub-utilización de los DAA otorgados, por tanto el balance excedería la cifra mencionada.

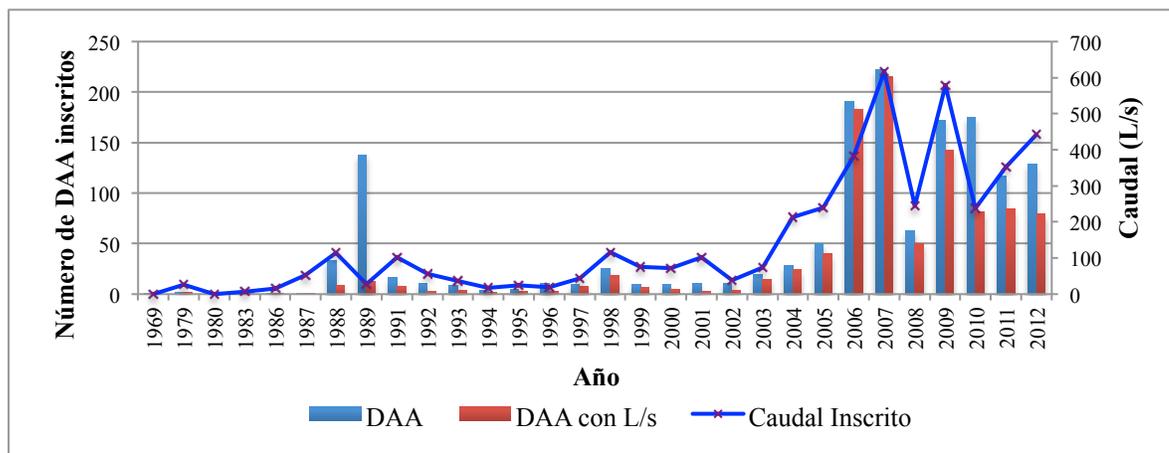


Figura 5. Número total de DAA Inscritos por año versus Número de DAA con información de Caudal en (L/s)

En los últimos 8 años (2005 en adelante) se ha inscrito la mayoría de los DAA en el RPA de Petorca, elevando las cifras de caudal total por año sobre 300 L/s para Regularizaciones y Compraventas (ver Figura 5). Este aumento de inscripciones se relaciona en parte con la promulgación de la Ley N° 20.017 del año 2005 que introdujo disposiciones transitorias (art. 4° y 6° transitorios) que facilitan las vías administrativas para la asignación del recurso.

Por otro lado, es posible apreciar en la misma figura que para el año 1989 en específico, sólo 12 DAA de 137 DAA inscritos contienen su información respecto al caudal de extracción en unidad (L/s), mientras los 125 DAA restantes se refieren a esta variable en unidades Porcentuales (%). Para este caso, es altamente probable que la línea asociada al Caudal (L/s) Inscrito por año, descienda debido a la falta de información y no por una baja en el caudal de extracción inscrito. En menor grado, la misma situación podría darse para todos los años de la serie.

Como se mencionó anteriormente, un Registro puede contener en su escritura uno o más DAA. Al mismo tiempo, estos pueden tener distintas características entre sí. Dentro de ellas las mas importantes son: tipo (Consuntivo y No Consuntivo), ejercicio (Permanente, Eventual, Continuo, Discontinuo y/ó Alternado), caudal de extracción con sus respectivas unidades (L/s; Acciones; Porcentaje), usos (ej. agrícola, minero, etc.) y ubicación (Coordenadas UTM y/ó referencias).

Todos los 1477 DAA inscritos son del tipo Consuntivo. Por otro lado, sólo 2 DAA inscritos presentaron “Ejercicio Discontinuo”, mientras que el resto aparece como “Ejercicio Continuo”. A continuación se presenta en la Tabla 8 los análisis estadísticos para los valores de caudal en L/s en cada DAA inscrito con L/s:

Tabla 8. Estadística descriptiva para el Caudal (L/s) Total Inscrito

Parámetros	Valor
Media	4,29
Mediana	2
Moda	2
Rango	79,99
Valor máx.	80
Valor min.	0,002
Desviación estándar	6,95
Varianza de la muestra	48,4
Kurtosis	30,39
Error Estándar de la Kurtosis	0,15
Coefficiente de Variación	1,61
Desviación Media	4,19
Percentil 25% (Q1)	0,74
Percentil 75% (Q2)	5
Rango Intercuartil	4,26
Coefficiente de Pearson (A_p)	0,33
Número de observaciones	1008
Suma (L/s)	4327,09

Se indica una distribución asimétrica sesgada positivamente (sesgo a la derecha) al evidenciar la relación entre media (4,29 L/s) y mediana (2 L/s). Debido a lo anterior, la medida de posición central a utilizar debiera ser la mediana, pues su valor no es afectado por los valores extremos (como en el caso de la media). La medida de dispersión ideal a utilizar es el Rango Intercuartil (4,26 L/s) ya que no se ve afectado por los valores extremos, al contrario del Rango y la Desviación Estándar (utilizada en distribuciones simétricas).

El Coeficiente de asimetría de Pearson (A_p) confirma la distribución asimétrica con sesgo positivo al ser un valor positivo (0,33).

Por otro lado, el grado de concentración dado por el valor de la Kurtosis, corresponde a una curva leptocúrtica indicando un elevado grado de concentración alrededor de los valores de tendencia central indicados anteriormente ($2 \pm 4,26$ L/s). Lo anterior es congruente con el valor modal del caudal inscrito con mayor frecuencia (208 DAA inscritos con 2 L/s).

Considerando el Rango (79,99) de la serie de datos, se establecieron 5 intervalos con un rango de clase de 16 (L/s) para la totalidad de DAA con (L/s) (ver Tabla 9).

Tabla 9. Distribución del Caudal (L/s) Inscrito según Intervalos de Clase

Intervalo (L/s)	Frecuencia DAA	Porcentaje DAA	L/s
≤16	950	94,25	2799,01
]16-32]	50	4,96	1115,08
]32-48]	4	0,40	160,00
]48-64]	3	0,30	173,00
]64-80]	1	0,10	80,00
Total	1008	100	4327,09

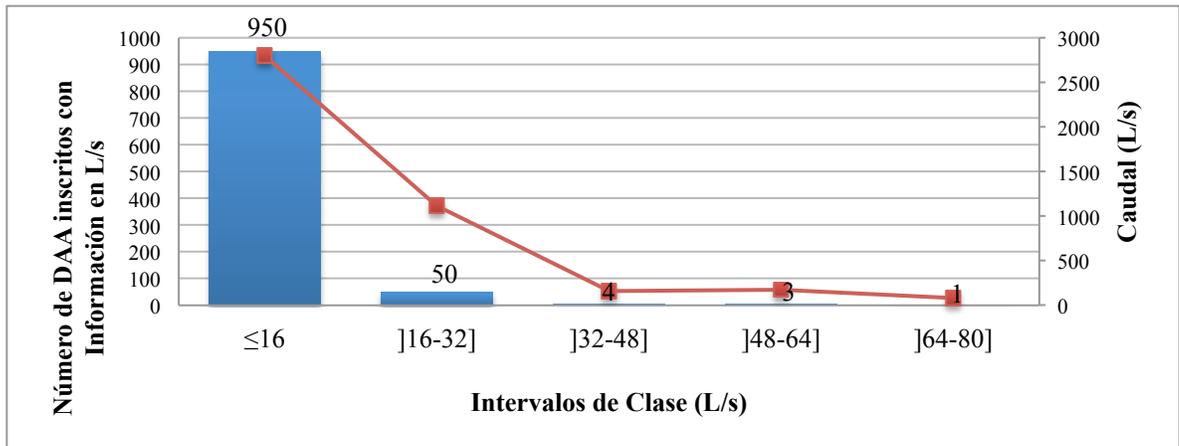


Figura 6. Histograma sobre el total de DAA Inscritos con (L/s)

Según la Figura 6, más del 90% de los DAA inscritos con información en L/s, contienen caudales de extracción menores o iguales a 16 (L/s), equivalentes al 64,69 % del caudal de extracción total inscrito en L/s. Esta última cifra aumenta a más del 90 % cuando se consideran los dos primeros intervalos, es decir todos los DAA iguales ó menores a 32 (L/s).

Debido a lo anterior, se realizó el mismo procedimiento sobre el intervalo con mayor representación asociado a DAA menores de 16 (L/s) (ver Tabla 11).

Tabla 10. Distribución del Número de DAA para Caudal (L/s) Inscrito menor ó igual a 16 (L/s)

Intervalo en (L/s)	Frecuencia DAA	Porcentaje DAA según Intervalo	Suma (L/s)
≤ 2 (Mediana y Moda)	628	66,11	700,23
]2-4,29 (Media)]	111	11,68	355,70
]4,29-9]	138	14,53	863,45
]9-12]	41	4,32	424,47
]12-16]	32	3,37	454,47
0-16]	950	100	2799,01

Al contrario del Histograma anterior, se aprecia la concentración de caudal (L/s) en el tercer intervalo (entre la media y un valor mayor) con 863,45 (L/s) (ver Figura 7). Además, el 66,11 % del total de DAA inscritos con información en L/s, cuenta con caudales de extracción igual y/o menores a 2 (L/s), equivalentes al 16,18 % del total de (L/s) inscritos. Se desprende que aún cuando la mayoría de los DAA inscritos son igual y/o menores a 2 (L/s), su equivalente en caudal es menor a la quinta parte del total conocido en L/s.

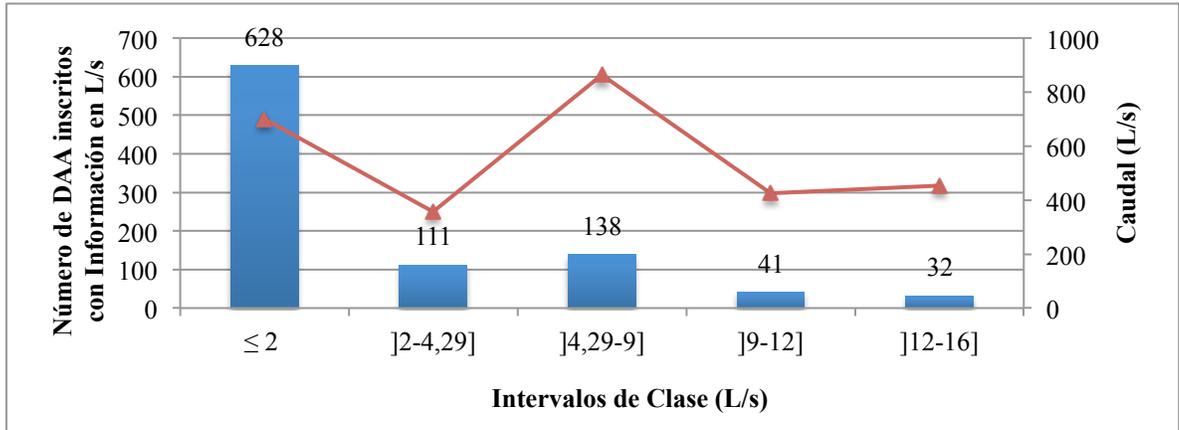


Figura 7. Histograma sobre DAA Inscritos con Caudal (L/s) menor ó igual a 16 (L/s)

Al inverso de la situación anterior, 10,02 % de los DAA inscritos con información de caudal de extracción en (L/s) acumulan aproximadamente la mitad del volumen total contabilizado en L/s (48,80 %). Dichos DAA inscritos poseen un caudal mayor o igual a 11 (L/s) (ver Figura 8). Por tanto, existe una elevada concentración de la propiedad en referencia a los caudales de extracción inscritos en L/s.

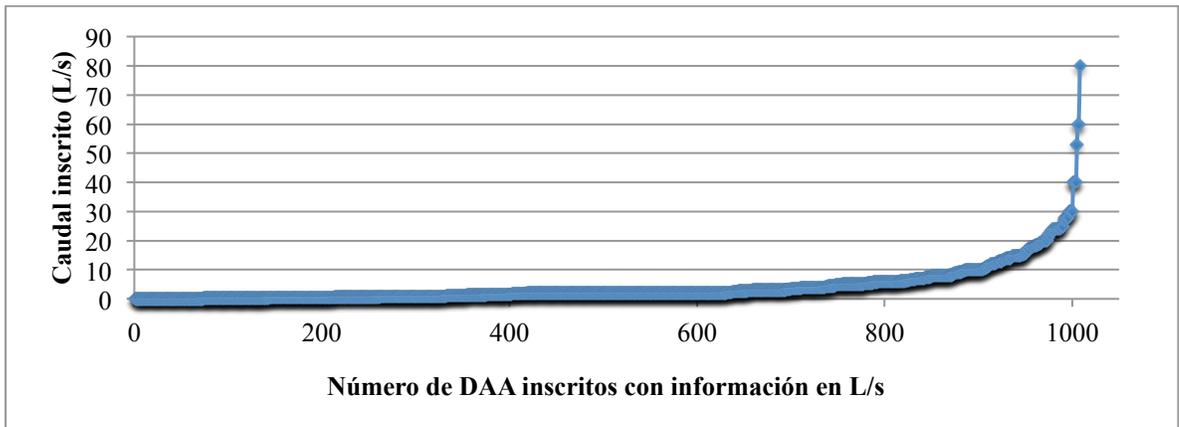


Figura 8. Distribución del Caudal (L/s) según DAA inscrito

Si bien cada DAA representado en la Figura 8 aporta a la explotación del acuífero, las diferencias entre los mínimos (0,00292 L/s) y máximos (80 L/s) valores de Caudal inscrito (L/s) permite entender que no todos los usuarios ó titulares poseen la misma influencia dado el caso de un eventual agotamiento del acuífero, debido a que gran parte del Caudal inscrito (L/s) se encuentra altamente concentrado en una minoría de DAA Inscritos.

Se debe considerar que las aguas subterráneas son un recurso finito y agotable, no así como las aguas superficiales (Donoso et al., 2010). Por tanto, un DAA que inscribe altos valores de caudal de extracción puede no sólo equivaler a muchos DAA con valores bajos, sino también perjudicarlos en el caso de que exista un sobreotorgamiento de DAA en relación a las tasas de recarga del acuífero.

Por otro lado, se estimó el caudal total de extracción utilizando la media (4,29 L/s) y mediana (2,00 L/s) de la totalidad de DAA inscritos, utilizando la ecuación 3, arrojando como resultado 6339,10 (L/s) y 5265,09 (L/s). Dichas estimaciones resultan similares a lo determinado por el informe realizado por Ayala, Cabrera y Asociados (2014), que contabiliza un total de 5186 (L/s) otorgados para la extracción de agua subterránea en el acuífero de Petorca, incluidos los 12 DAA provisionales otorgados a la fecha de dicho informe. Las diferencias entre cifras pueden deberse a que se hayan inscrito mas (L/s) en los años 2013 y 2014 y/o que se hayan revisado bases de datos DGA donde aparezcan DAA no inscritos en el RPA.

Como detalle del análisis realizado, no se identificaron correlaciones estadísticamente significativas para las variables Promedio caudal por año (L/s) y Caudal Inscrito por año (L/s).

En relación a los usos dentro del RPA del río Petorca se observan exclusivamente dos rubros: agrícola y minero. En la Tabla 11 se detalla el Número de DAA según uso especificado en la base de datos.

Tabla 11. Distribución del Número de DAA Inscritos según Uso

Usos	Número de DAA	% de DAA
Agrícola	380	25,73
Minero	1	0,07
Sin Información	1096	74,20
Total	1477	100

Considerando sólo los DAA inscritos que poseen un uso explícito dentro de su inscripción, el sector Agrícola es, con creces, el uso con mayor representación (380 versus 1 DAA inscrito asociado al uso Minero).

Desde una perspectiva temporal existe una tendencia al alza de especificaciones desde el año 2005 hasta el año 2007, asociados al uso agrícola. Lo anterior se atribuye a lo introducido en el párrafo último del art. 140 del CA, donde exige, para algunos casos, que las solicitudes de DAA incluyan una “memoria explicativa en la que se señale la cantidad de agua que se necesita extraer, según el uso que se le dará”. Aún así, la mayoría de los DAA inscritos (74,20 %) no posee uso especificado.

De manera complementaria al análisis del ítem “USO”, se observaron 1096 DAA inscritos sin información en éste ítem, correspondientes a distintas sociedades agrícolas y 4 DAA asociados a empresas Mineras. De esta manera, al considerar la naturaleza de los Titulares (usos “Agrícolas” y “Mineros”), la cifra total aumenta para el caso del uso “Agrícola” con un total de 576 DAA inscritos (380 originalmente) y para el uso “Minero” aumenta en 4 alcanzando un total de 5 DAA inscritos. Además, se evidencian para algunos casos, incoherencias en la información de los DAA inscritos con respecto al ítem señalado (Titular con nombre asociado al rubro Minero y uso “Agrícola”). Se determina una extensiva presencia del sector agrícola en el RPA del acuífero del río Petorca, confirmando la vocación agrícola de la zona (GCF Ingenieros Ltda., 2011).

Según el Banco Mundial (2013), el sector agrícola es el principal usuario de agua en el país, generando una aguda competencia por el recurso en las áreas norte y central. La fruticultura es uno de los rubros integrados en la estrategia de desarrollo económica del país, sin embargo, se ha constatado su influencia en la generación de situaciones de conflicto. Esto sucedería por la misma naturaleza legal del DAA (existencia independiente, no asociada a la tierra; libre transferencia sin intervención estatal), que induce que la asignación de los recursos hídricos a los usos mas productivos.

En relación a la distribución espacial de los DAA inscritos, se cuantificaron 1060 DAA inscritos (66,91 % del total) con sus respectivas coordenadas UTM y Caudal (L/s). Se identificaron 16 DAA considerados como parte del Acuífero de Petorca en sus inscripciones, sin embargo sus coordenadas se localizan fuera de la cobertura del acuífero utilizada. Por tanto, el total de captaciones consideradas para el análisis espacial se redujo a 1044 (65,9 % del total).

Para obtener los índices de Moran Global (I), Agrupamiento alto/bajo (G general de Getis-Ord) y “Puntos Calientes” (Gi* de Getis-Ord) se relacionó la información correspondiente a las ubicaciones de las captaciones con la información asociada al Caudal Efectivo (L/s) para cada captación.

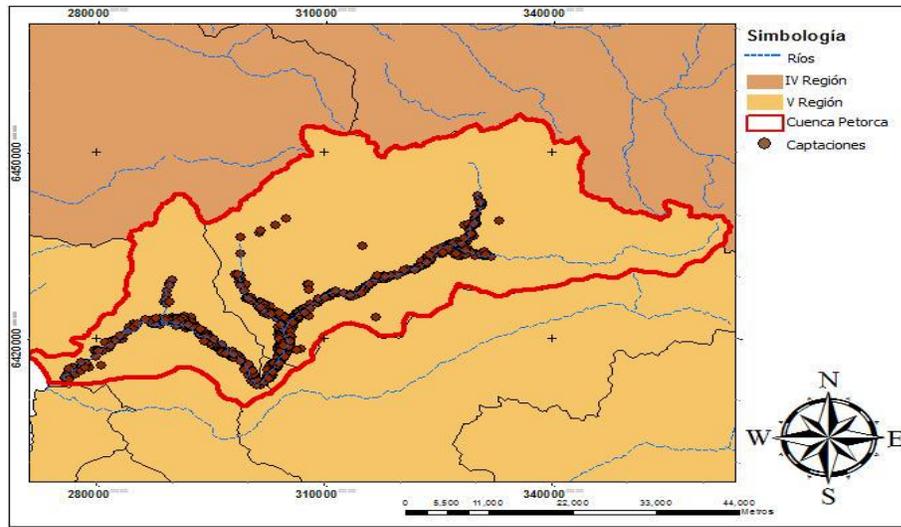


Figura 9. Distribución espacial de DAA Inscritos con Coordenadas Geográficas UTM y Caudal (L/s)

La Figura 9 evidencia que el área cubierta por las captaciones (DAA inscritos) obedece la forma de los cursos de agua superficial, existiendo a través de toda la cuenca a excepción de su parte alta.

a) Índice de Moran Global

En la Figura 10 se presentan los resultados del índice Moran Global, asociando el atributo de Caudal (L/s) para los DAA que cuentan con dicha información.

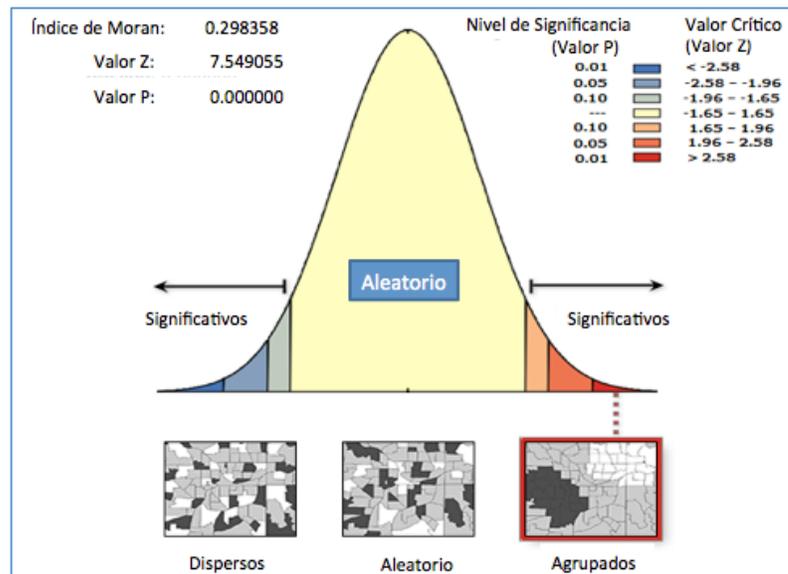


Figura 10. Índice de Moran Global sobre las variables Caudal (L/s) y Ubicación Geográfica (UTM)

Dado el valor de $z = 7,55$, existe menos del 1% de probabilidad de que este patrón espacial en forma de agrupamiento (Cluster) sea producto del azar (ver Figura 24). Se rechaza la hipótesis nula, determinando que tanto valores altos y bajos de caudales de extracción (L/s) se agrupan de manera no aleatoria con un nivel de confianza mayor al 99 %.

El valor positivo del Índice de Moran Global (0,29) indica que los valores similares de Caudal (L/s) se encuentran más cercanos geográficamente de lo que aleatoriamente correspondería. Esto indica la existencia de agrupaciones (Clusters) entre captaciones de valores altos y/o otras de valores bajos de Caudal (L/s).

b) Agrupamiento alto/bajo (G general de Getis-Ord)

En la Figura 11 se presentan los resultados de la herramienta Agrupamiento alto/bajo (G general de Getis-Ord), asociando el atributo de Caudal (L/s).

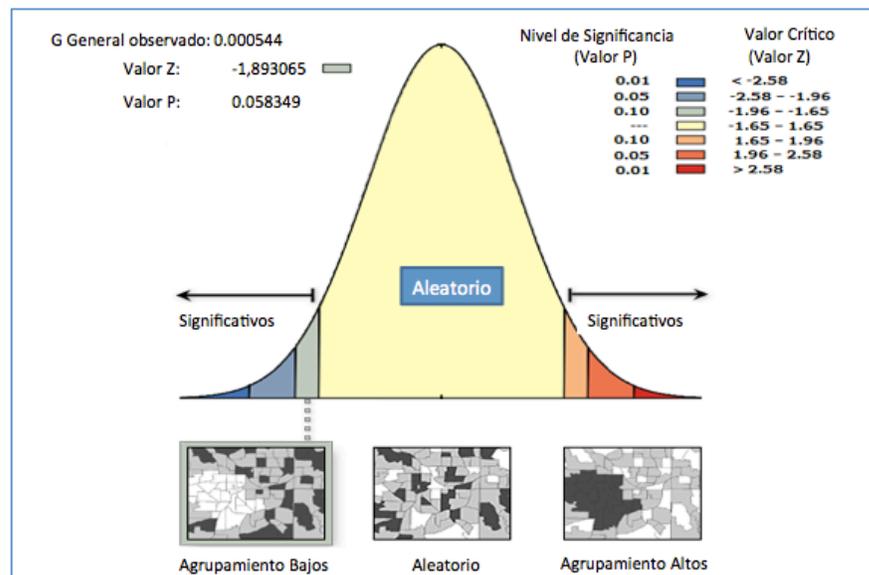


Figura 11. Índice de Agrupamiento alto/bajo (G general de Getis-Ord) sobre las variables Caudal (L/s) y Ubicación Geográfica (UTM)

Dado el valor de $z = -1,89$, existe menos del 10% de probabilidad de que este patrón espacial en forma de agrupamiento de valores bajos sea producto de eventos aleatorios. Se rechaza entonces la hipótesis nula, debido a que la distribución espacial de los valores bajos se encuentra más agrupada de lo que se resultaría si los procesos espaciales subyacentes fueran aleatorios con un nivel de confianza aproximado de 94%.

Ambos análisis globales (Moran Global y G general) rechazan la hipótesis nula, es decir, indican que existe un agrupamiento no aleatorio de los atributos considerados (Caudales de extracción L/s). Mientras Moran Global indica que valores de similar Caudal (L/s) se encuentran más agrupados (cercanía geográfica), es la herramienta de Agrupamiento alto/bajo (G general de Getis-Ord) que determina que dicha agrupación ocurre mayormente en captaciones con bajos valores de caudales de extracción.

Si bien la mayoría de los DAA inscritos poseen caudales (L/s) de extracción bajo la media, los resultados de los índices de Autocorrelación espacial confirmarían que estos DAA estarían cercanos geográficamente entre ellos mismos.

c) Análisis de Puntos Calientes (Gi de Getis-Ord)*

En la Figura 12 se presentan los resultados del Análisis de Puntos Calientes (Gi* de Getis-Ord) asociando el atributo de Caudal (L/s).

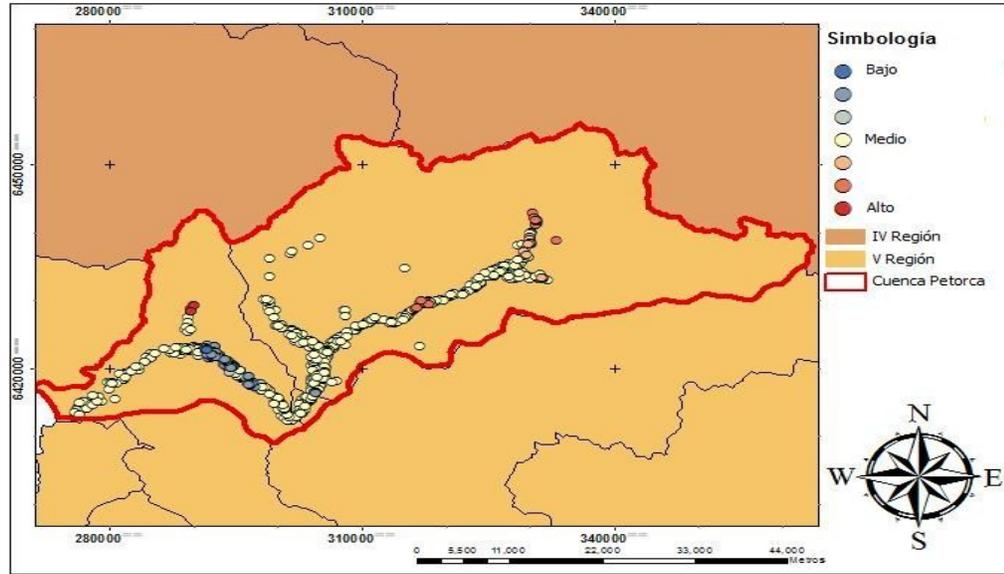


Figura 12. Resultados del Análisis de Puntos Calientes (Gi* de Getis-Ord) sobre las variables Caudal (L/s) y Ubicación Geográfica (UTM)

Las agrupaciones resultaron ser principalmente para valores medios (puntos amarillos) de caudal (L/s), sin embargo se identificaron agrupamientos pequeños (puntos rojos) y separados entre los altos valores de caudal (L/s) (Norte de La Ligua, centro de la comuna de Petorca y la parte alta del valle), mientras que las numerosas captaciones que extraen bajos valores (puntos azules) de caudal (L/s) se agrupan sólo en el sector SE de La Ligua (ver Figura 12).

En resumen, cada una de las distintas herramientas utilizadas (Moran Global, G general de Getis-Ord y Análisis de puntos calientes Gi* de Gestis-Ord) demuestran que las ubicaciones de las obras de captación de agua subterránea en la cuenca de Petorca presentan, efectivamente, patrones de distribución espacial considerando el atributo de Caudal (L/s).

Los resultados obtenidos son congruentes con los antecedentes consultados debido a que la mayor expansión de plantaciones frutícolas fue realizada en la cabecera del valle, justamente la zona de la confluencia de los ríos Sobrante y Pedernal, donde se ubican las plantaciones de mayor extensión de la comuna, mezclándose cítricos, nogales y paltos. En esta zona se requirió una mayor inversión en tecnología y en la habilitación de tierras, lo

cual puede traducirse en pozos de mayores caudales de extracción. En estas zonas (parte alta de la cuenca) se identificaron agrupaciones con valores medios/altos de caudal de extracción, asociados al rubro frutícola (Anabalón, 2006; Ayala, Cabrera y Asociados Ltda, 2014).

En relación al análisis según Titular, 13 Titulares poseen DAA inscritos bajo diferentes alternativos, por lo cual el número de titulares disminuye de 730 a 717 **Titulares Efectivos**.

Se realizó nuevamente un análisis estadístico para los caudales de extracción, esta vez agrupando todos los DAA inscritos a nombre de un Titular Efectivo. De esta manera, 490 de los 717 Titulares Efectivos (68,34 % del total) fueron incluidos en el análisis debido a que contaban con la totalidad o parte de sus DAA inscritos expresados en L/s (ver Tabla 12)

Tabla 12. Estadística descriptiva para los valores de Caudal (L/s) según Titular Efectivo

Parámetros Estadísticos	Valor
Media	8,83
Mediana	2
Moda	1
Rango	227,96
Valor máx.	228
Valor mín.	0,04
Desviación estándar	22,02
Varianza de la muestra	485,1
Kurtosis	46,09
Error Estándar de la Kurtosis	0,21
Coefficiente de Variación	2,49
Desviación Media	10,31
Percentil 25% (Q1)	0,83
Percentil 75% (Q2)	7
Rango Intercuartil	6,16
Coefficiente de Pearson (A_p)	0,36
Número de observaciones	490
Suma (L/s)	4327,09

En comparación al análisis anterior (según cada DAA inscrito con L/s), se evidencia que al agrupar los caudales (L/s) según Titular Efectivo, los valores extremos aumentan considerablemente afectando a la mayoría de los parámetros, principalmente a la media (8,83 L/s). Se mantuvo la distribución asimétrica sesgada positivamente indicando un elevado grado de concentración alrededor de los valores de tendencia central (Mediana y Rango Intercuartil) indicados anteriormente ($2 \pm 6,16$ L/s). El valor de la moda (1 L/s) varía en relación al análisis sin agrupación por titular efectivo (2 L/s).

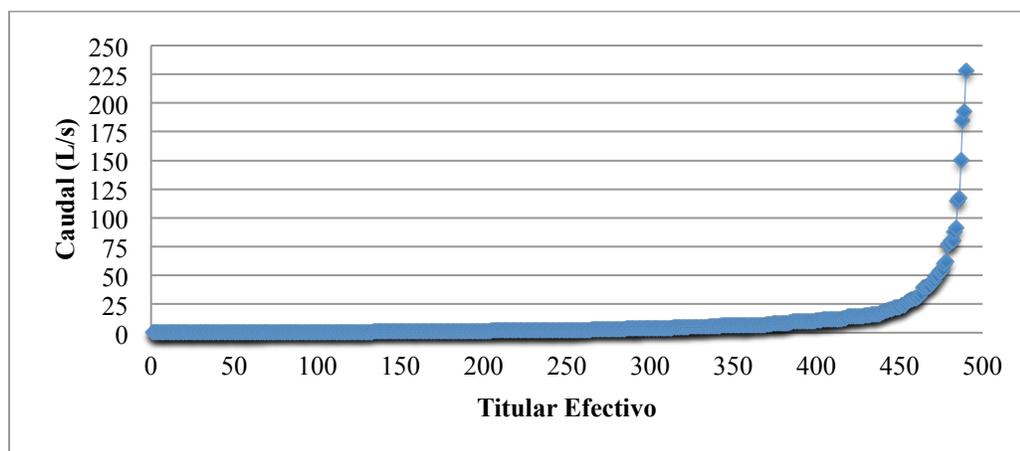


Figura 13. Distribución del Caudal (L/s) según Titular Efectivo

La Figura 13 muestra en orden creciente los valores de caudales de extracción para cada Titular Efectivo. El 75 % de los Titulares Efectivos con información total o parcial de sus DAA inscritos en L/s, tienen un caudal de extracción de 7 (L/s) ó menor, acumulando 743,70 (L/s). En contraste, 44 Titulares Efectivos (8,98 %) poseen un caudal de extracción mayor a 20 (L/s), acumulando 2667,18 (L/s) (61,64 % del total del caudal de extracción contabilizado en L/s). Además, existen 6 Titulares Efectivos que poseen más de 100 (L/s), siendo 5 Empresas Agrícolas y 1 representante de la categoría “Otros”.

Lo anterior permite confirmar el alto grado de concentración de caudal (L/s), ahora representado para menos del 10 % de los Titulares Efectivos que concentran el 61,64 % del caudal (L/s) total de extracción para el acuífero.

Posteriormente, se clasificó a los Titulares Efectivos en las siguientes 6 categorías (ver Tabla 13): “Persona natural”; “Empresas Agrícolas y Mineras”; “Agua Potable” (Cooperativas/Comités de Agua Potable y Empresas Sanitarias); “Organizaciones de usuarios del agua” (Comunidad de aguas y Asociación de Canalistas) y “Otros”, donde se encuentran registros a nombres de Juntas de Vecinos como también distintas empresas de inversionistas, transportes, y bancos (De Chile y Scotiabank).

Tabla 13. Representatividad según categorías de Titulares Efectivos

Categorías	Titulares Efectivos	Número de Registros	DAA inscritos	(L/s)	% de (L/s)
Empresa Agrícola	58	257	323	1976,40	45,67
Persona Natural	619	919	1069	1861,93	43,03
Otros	16	29	41	237,33	5,48
Agua Potable	19	36	36	180,98	4,18
Empresa Minera	3	5	6	42,86	0,99
OUA	2	2	2	27,60	0,64
Total	717	1248	1477	4327,09	100

Las categorías “Empresas Agrícolas” y “Persona Natural” reúnen por sí solas aproximadamente el 90% del Caudal de extracción contabilizado en L/s (ver Tabla 13). Si bien la mayoría de los registros son a base de titulares categorizados como “Persona Natural” (619), son las Empresas Agrícolas (58) las que acumulan el mayor caudal (L/s) de extracción inscrito (45,67% del caudal contabilizado en L/s). Otras categorías como las relacionadas al uso doméstico ó potable y otros usos productivos, como el minero, se ven escasamente representados en el RPA de Petorca.

La neta vocación agrícola de la zona, en contraste de otros usos es avalada por Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. (2014), señalando que el uso del agua en el área de interés es predominantemente agrícola. Además, GCF Ingenieros Ltda. (2011) complementa determinando que tanto el agua superficial como subterránea suplen la demanda principalmente en regadío, pero la última se extrae, además, para el abastecimiento de agua potable de diversas localidades de la zona.

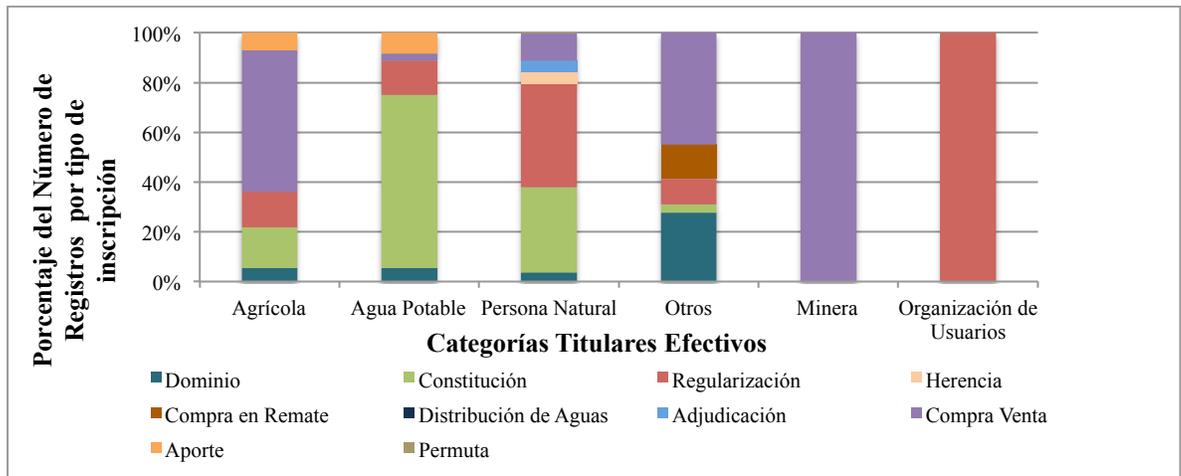


Figura 14. Proporción del Número de Registros según Tipo de Inscripción para cada Categoría de Titular Efectivo

La Figura 14 representa la proporción entre los mecanismos de asignación de DAA para cada categoría de titulares. Las categorías “Empresa Minera” y “OUA” sólo han inscrito sus DAA mediante un único tipo de inscripción (Compraventas y Regularización, respectivamente), mientras que el resto de las categorías abarcan 5 o más tipos de inscripción.

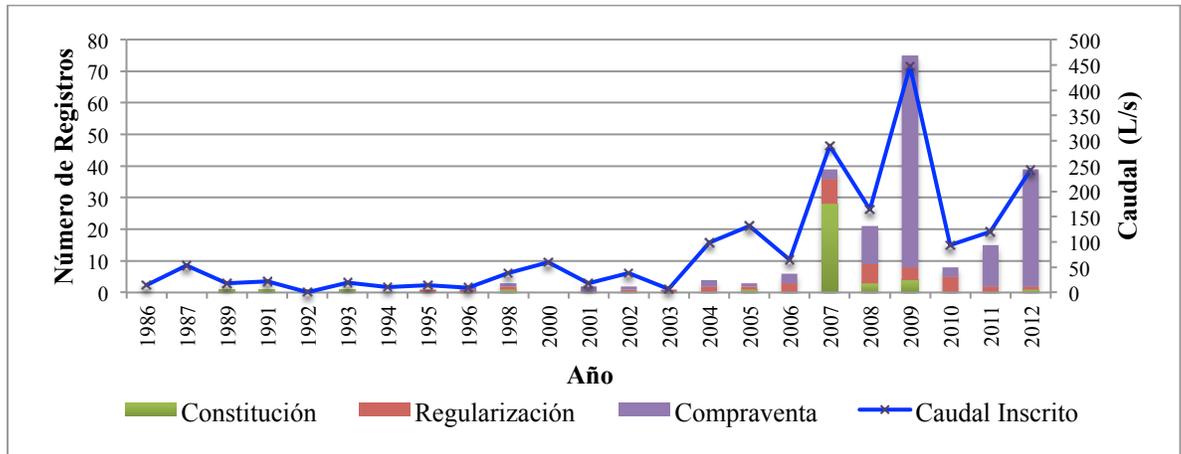


Figura 15. Distribución temporal del Número de Registros según los principales Tipos de Inscripción versus Caudal (L/s) Inscrito por año para la Categoría "Empresa Agrícola"

Las "Empresas Agrícolas" inscriben la mayor parte de su propiedad el año 2009 (ver Figura 15) mediante mecanismos asociados al MA (Compraventas), acumulando el mayor caudal (L/s) de extracción inscrito para las categorías de titulares (45,67% del total del caudal contabilizado en L/s). Se logra determinar que ha sido este rubro el que ha impulsado la mayor parte de la actividad del MA subterráneo en el acuífero del río Petorca.

Es de esperar que la propiedad afecta a regularizaciones se asocie a usos históricos, es decir, anteriores a la entrada en Vigencia del CA de 1981. La bibliografía consultada señala que es desde la segunda mitad de la década de 1980 y no antes, cuando se da paso a la fruticultura empresarial de exportación aumentando la demanda por el recurso hídrico. Según GCF Ingenieros Ltda. (2011), para el año 1985 los incrementos en la explotación a través del tiempo se aceleraron, aproximadamente de 11 a 52 L/s/Año. Cabe señalar que el registro de mayor antigüedad asociado a una empresa con giro agrícola se inscribe el año 1986. Sin embargo, los antecedentes indican que anterior al escenario descrito, la agricultura de la provincia se orientaba principalmente a la producción de hortalizas y cereales, actividades relacionadas a la tradicional fisonomía rural caracterizada por la hacienda, la pequeña minería y la industria textil artesanal (DGA, 2006; GCF Ingenieros Ltda., 2011). Por tanto, el uso del agua asociado a la agricultura de exportación, en teoría no debiera estar afecto a la regularización. Esto se condice con el hecho de que la mayor parte de las inscripciones de DAA subterráneos por dicho sector son relativamente nuevas y a través del MA, siendo las inscripciones de los años 2007 (45), 2009 (79) y 2012 (39) que sobresalen debido a los altos volúmenes de extracción asociados (no menores a 200 L/s).

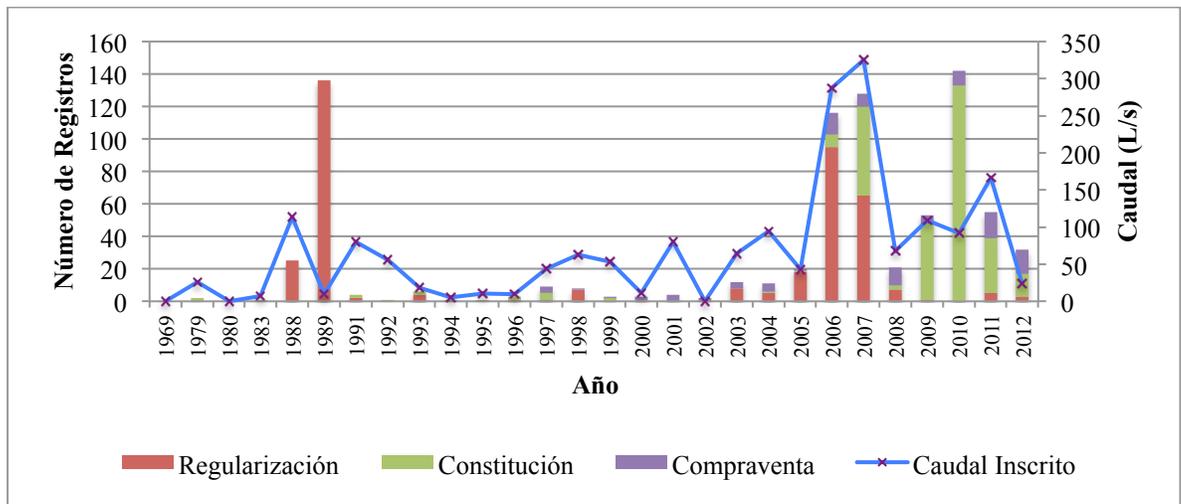


Figura 16. Distribución temporal del Número de Registros según los principales Tipo de Inscripción versus Caudal (L/s) Inscrito por año para la Categoría "Persona Natural"

Por otro lado, la categoría de "Persona Natural" inscribe su propiedad mayoritariamente mediante 2 de los principales mecanismos de asignación del recurso (Regularizaciones y Constituciones), representando el 80% de los registros para esta categoría. Dichas inscripciones se realizan dentro de períodos lejanos entre sí: 1988-1989 y 2006-2012 (ver Figura 16). El máximo alcanzado el año 2010 corresponde a inscripciones del tipo Constitución atribuidas a la implementación de la Ley N° 20.017 (art. 4° transitorio ó "Ley del Mono").

Rol del MA en la asignación de los DAA dentro del acuífero del Río Petorca.

El desarrollo de un MA en Chile se justifica debido al supuesto de que dicho mecanismo mejoraría la eficiencia del uso de los recursos hídricos a través de su óptima¹⁹ reasignación. Lo anterior posee especial relevancia en el país, considerando que un alto porcentaje de las exportaciones nacionales corresponden a productos que demandan agua (minería, fruticultura, celulosa), además de las significativas inversiones en estos sectores para mejorar la eficiencia de aprovechamiento y para explorar aguas subterráneas realizadas en las últimas décadas (Donoso et al., 2010).

Se discriminó para cada Registro si el Mercado actúa como mecanismo de asignación del recurso o no. Esto se realizó según las definiciones de cada tipo de inscripción (ver Glosario). En las siguientes Figuras se representan gráficamente las variables Número de Registros y Caudal Inscrito (L/s) según las categorías Mercado y No Mercado, junto a sus correspondientes tipos de inscripción.

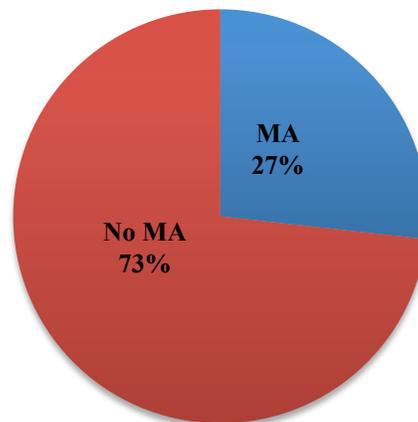


Figura 17. Proporción del Número total de Registros según las categorías Mercado y No Mercado

¹⁹ Exclusivamente desde la perspectiva económica.

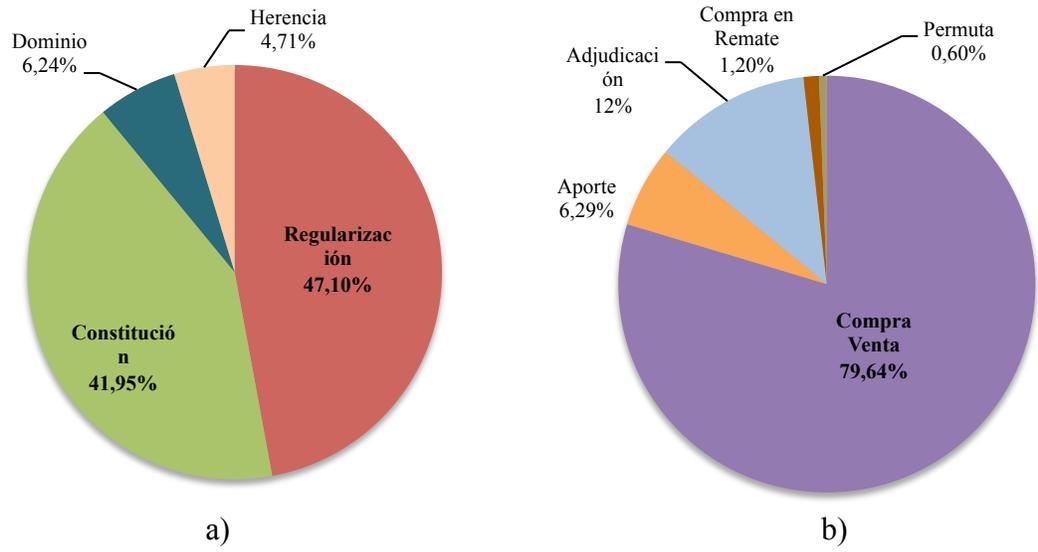


Figura 18. Proporción del Número total de Registros según Tipo de Inscripción en: a) No Mercado y b) Mercado

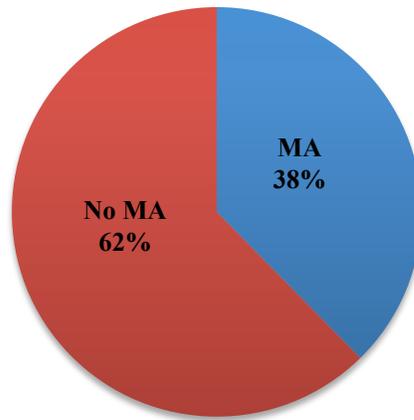


Figura 19. Proporción del Caudal (L/s) total Inscrito según las Categorías Mercado y No Mercado

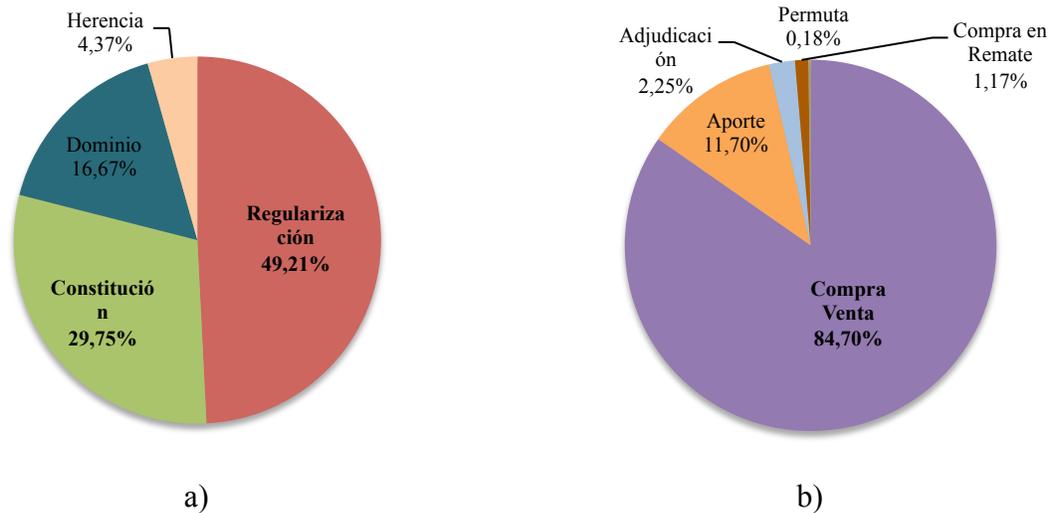


Figura 20. Proporción de Caudal (L/s) total Inscrito según Tipo de Inscripción en: a) No Mercado y b) Mercado

La mayor parte de los registros (73 %) se clasificaron dentro de la categoría “No Mercado” con 914 Registros equivalentes a 1066 DAA inscritos. En contraste, el MA explica a 334 Registros con 411 DAA inscritos, es decir, un 27 % del total de las inscripciones observadas (ver Figura 17).

Según caudal inscrito en (L/s) se obtienen 2698,21 (L/s) para No Mercado versus 1628,89 (L/s) correspondientes al Mercado (ver Figura 19). Si bien el MA sólo representa un poco más de un cuarto del total de inscripciones, es un mecanismo que tiene una importancia mayor desde la perspectiva del caudal que se extrae (38 % del caudal total en L/s). Aún así, la mayor parte de la propiedad de agua subterránea, según cantidad de registros, se explica mediante mecanismos fuera del MA principalmente Regularizaciones y Constituciones (ver figuras 18.a y 20.a).

Dichos resultados coinciden con la bibliografía consultada, ya que en esta se indica que el MA (superficial y subterráneo) en la V Región es “incipiente” o “poco profundo” de manera que pocas transacciones han tomado lugar de manera formal (Budds, 2012; Donoso et al., 2010)

Se analizaron 411 DAA inscritos, de los cuales se utilizaron 301 para la contabilización del caudal de extracción (en L/s), correspondientes al 73,24 % del total de DAA asociados al MA del acuífero. Otras unidades utilizadas dentro de las inscripciones asociadas al MA del acuífero del río Petorca corresponden a 61 DAA expresados en % y 49 DAA sin información.

En relación a la distribución temporal de las inscripciones asociadas al MA, se determina que la transacción vigente de mayor antigüedad se realizó el año 1996 (ver Figura 21), con un registro “Compraventa” (266). Este tipo de inscripción coincide con el más

representativo del MA del acuífero del río Petorca, ya que aproximadamente el 80% de los registros asociados al MA corresponden a Compraventas. En orden decreciente se encuentran los Registros del tipo “Adjudicación” (41); “Aportes” (21); “Compras en Remate” (4) y “Permutas” (2).

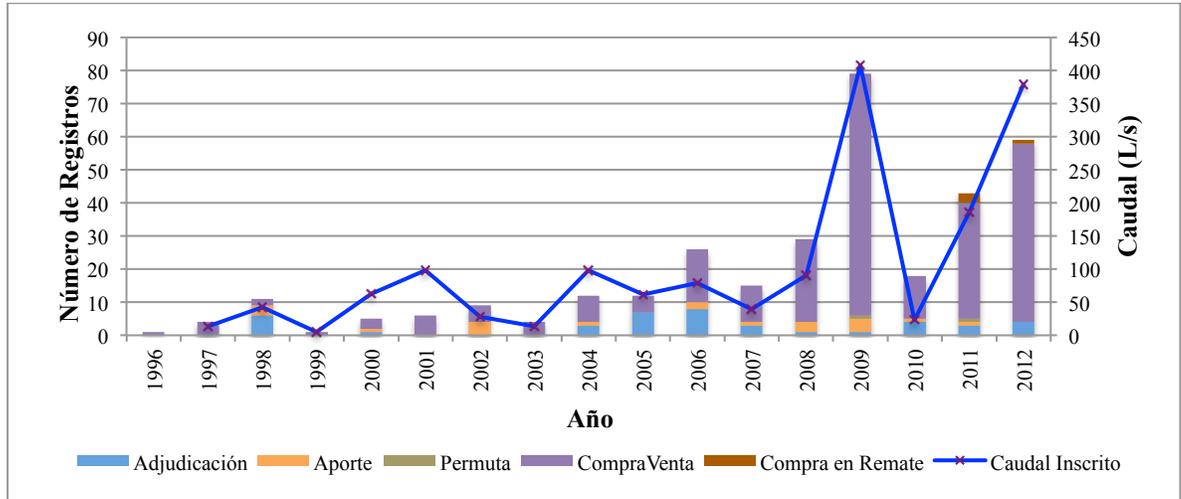


Figura 21. Distribución temporal del Número de Registros por año según Tipo de Inscripción asociado al MA

Agrupando la serie de años en los períodos: a) 1996-2005 y b) 2006-2012, se concluye que tanto el número de registros como la contabilización del caudal de extracción (L/s) difieren de manera significativa entre los mismos. La propiedad de agua afecta a transacción fue 4,14 veces mayor en cuanto a número de registros y 2,84 veces mayor en cuanto a L/s en los 6 últimos años en comparación a los 10 años anteriores (ver Figura 21).

Ya en el año 2004, CEPAL declara que “el acelerado agotamiento de las posibilidades de abastecer las nuevas demandas mediante los recursos no asignados hace previsible que en los próximos años una activación del MA, ya que la principal alternativa de abastecimiento de las nuevas demandas será la adquisición de DAA de aguas subterráneas”. Lo anterior toma especial consideración en el RPA del acuífero del río Petorca ya que para los años 2009 y 2012, se presentan transacciones equivalentes a 408,22 y 378,74 (L/s) por año, mientras que para el resto de la serie de años no se sobrepasan los 200 (L/s). Si a lo anterior se añade el caudal afecto a transacción del año 2011 (185,44 L/s), se concluye que en estos tres años (2009, 2011 y 2012), se encuentra concentrada aproximadamente el 60% de la propiedad total asociada al MA, equivalente en L/s.

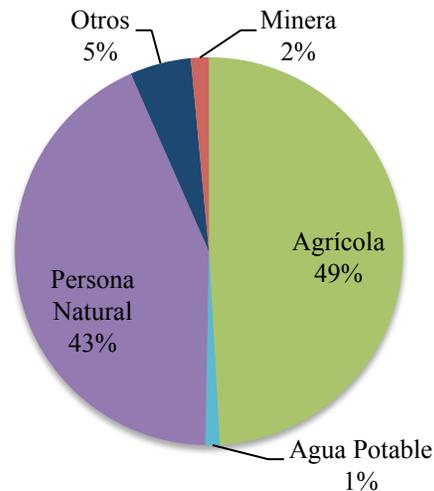


Figura 22. Proporción del Número de Registros asociados al MA según Categorías de Titular Efectivo

Se agruparon las inscripciones asociadas al MA según las categorías de titular. La categoría “Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA)” no posee ningún registro a base de transacciones, por lo que no se encuentra representada en la Figura 22. Por otro lado, las categorías de titulares con mayor participación en el MA del acuífero del río Petorca son las Empresas Agrícolas (inscripciones concentradas en el año 2009) y, en menor medida las transacciones realizadas por Personas Naturales distribuidas uniformemente desde 1996 en adelante.

La categoría “Otros” participa del MA con 4 Registros asociados a Compras en Remate para los últimos dos años, todas a nombre de SCOTIABANK CHILE. Por otro lado, los 5 registros equivalentes a la totalidad de la propiedad asociada a Empresas Mineras, se explica bajo registros Compraventas en los años 2008, 2011 y 2012. Por último, 4 Registros (1 Compraventa y 3 Aportes) inscritos en los años 1998 y 2009 se asocian a Empresas Sanitarias.

Principales Mecanismos de asignación de la propiedad del agua dentro del acuífero del Río Petorca.

A continuación se analiza la propiedad inscrita bajo mecanismos de asignación ajenos al MA: Regularizaciones y Constituciones.

a) Regularizaciones (art. 2° y 5° transitorio del CA de 1981)

El CA de 1981 permite resguardar la vigencia de los usos efectivos que existiesen a la fecha de promulgación de dicho cuerpo normativo. Aquellos usos son válidos, estén o no

inscritos en el RPA (“regularizados”). Los organismos que junto a la DGA se encuentran encargados de la asignación de la regularización son los Tribunales de Justicia Civil (art. 2° transitorio) y el SAG (art. 5° transitorio).

Aún cuando la mayor parte de los usos reconocidos²⁰ no se encuentren inscritos y/ó nunca lleguen a inscribirse en el RPA, la DGA debe “contemplanlos para efectos de balances y a la vez para la definición de una canasta limitada de recursos de la cual se sacan estos derechos cada vez que se solicita una regularización” (RODHOS Asesorías y Proyectos Limitada, 2008).

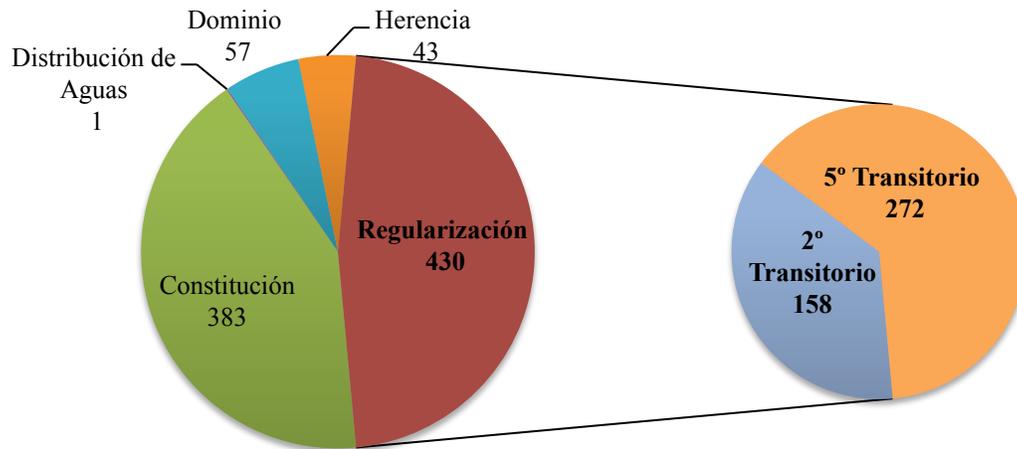


Figura 23. Número de Registros según los art. 2° y 5° Transitorio

En la Figura 23 se observa que del total de registros asociados a Regularizaciones (430), el 63,26 % de estos fueron inscritos mediante art. 5° transitorio, mientras que el 36,74 % corresponden al art. 2° transitorio. Dicha proporción se invierte al considerar los caudales de extracción inscritos en (L/s): 845,33 (L/s) mediante vía judicial y 482,48 (L/s) vía SAG.

La distribución temporal indica que el mayor número de inscripciones de este tipo se aprecia en dos períodos bianuales: a) 1988-1989 y b) 2006-2007, con un total de 161 y 173 Registros para cada período, respectivamente.

²⁰ Este reconocimiento se establece desde el DL N° 2.603 de 1979

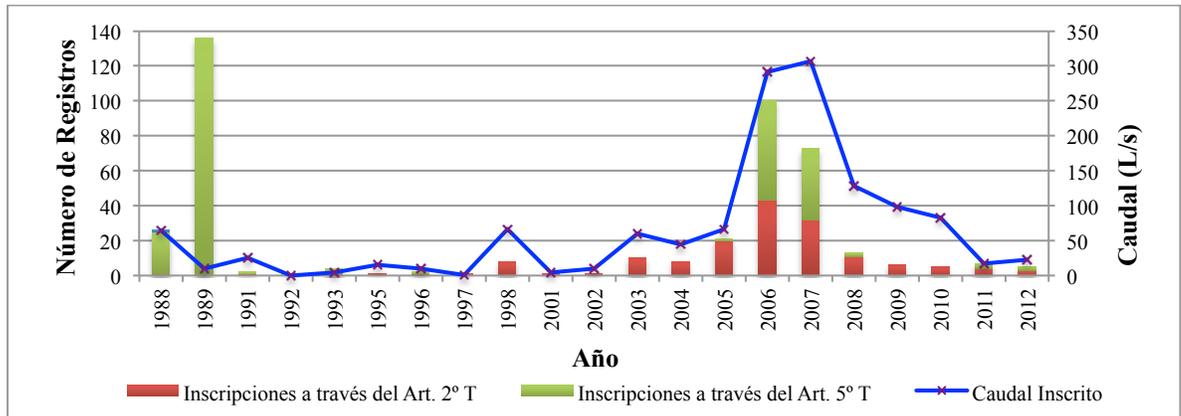


Figura 24. Distribución temporal del Número de Registros por año según los art. 2º y 5º Transitorio

Para el caso de las inscripciones a través del art. 2º transitorio, estas se encuentran distribuidas entre los años 2003 y 2012, estableciendo sus máximos en los años 2006-2007 con 43 y 32 registros, respectivamente (ver Figura 24). Estos resultados coinciden con el Programa de Constitución y/o Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas, que desde el año 2003 INDAP estableció para entregar recursos económicos a pequeños agricultores para legalizar sus DAA subterráneas. Hasta comienzos de 2007 había regularizado la situación de alrededor de 800 pequeños agricultores en la provincia de Petorca, es decir, tanto del acuífero La Ligua como Petorca (INDAP, 2007). En este período se inscriben 173 Registros (252 DAA inscritos) por ambas vías transitorias con un equivalente a 598,12 (L/s) totales para ambos años, correspondiendo al 45,05 % del caudal total otorgado en L/s mediante regularizaciones.

Por otra parte, el SAG regularizó DAA principalmente en los años 1988-1989 (ver Figura 25), con 160 Registros, asociados a 3 proyectos de parcelación.

Un estudio realizado para la cuenca y acuífero de la Ligua (Budds, 2012), determina que la Regularización se convirtió en el mecanismo principal para adquirir los DAA luego de que se hiciera efectiva la suspensión de DAA el año 2004 para dicho acuífero. Bajo la misma lógica, el alza en el número de inscripciones por medio de Regularizaciones en el acuífero del río Petorca debieran ser posteriores a 1997, año en el cual declara al acuífero como “Área de Restricción”²¹. Sin embargo, aún cuando hubiera existido una reacción similar a la mencionada, es decir, un aumento en las inscripciones del tipo Regularización en los años posteriores a dicha declaración, es posible que al menos parte de éstas fueran afectas a transferencias (entre su inscripción y hasta Octubre del año 2012), resultando un hecho imposible de corroborar en los resultados obtenidos. Cabe señalar que el máximo observado en el número de regularizaciones dista en 9 años de la suspensión de DAA

²¹ En los art. 65, 66 y 67 del CA de 1981 se establece el accionar de dicho mecanismo, definiendo el “área de restricción” como aquellos sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común en los que exista un riesgo de grave disminución de un determinado acuífero, con el consiguiente perjuicio de derechos de terceros ya establecidos en él.

definitivos.

La Tabla 14 permite comparar el caudal otorgado en (L/s) por medio de ambas vías de Regularización.

Tabla 14. Estadística descriptiva para las Inscripciones del Tipo Regularización

Parámetros	Art. 2°	Art. 5°
Número de Registros	158	272
Número de DDA	188	355
Porcentaje de DAA con (L/s)	100 %	55,49 %
Suma (L/s)	845,33	482,48
Media	4,50	2,45
Moda	1	0,1
Mediana	2,25	1,00
Valor Mínimo	0,07	0,03
Valor Máximo	25,00	30,00

Aún cuando existe mayor número de inscripciones vía 5° transitorio, la mayoría de L/s se inscribe mediante regularizaciones por la vía judicial. Lo anterior se encuentra condicionado en parte a que todas las inscripciones mediante el artículo 2° transitorio poseen la información de sus caudales de extracción en L/s, no así para los DAA inscritos por la vía paralela (ver Tabla 14). La razón de lo anterior podría atribuirse al trabajo realizado en los Informes Técnicos que la DGA prepara como antecedentes para el Juez de Letras correspondiente.

En contraste, el 44,51 % de los DAA regularizados por el SAG no cuentan con la información del caudal inscrito en L/s, esto atribuible a que el agua a extraer se determina según la superficie de regadío. Sólo para el año 1989 se inscriben 125 DAA mediante art. 5° transitorio, sin equivalencia en L/s, por lo que es posible suponer que la mayoría del caudal otorgado mediante regularizaciones del SAG se inscribe en dicho año.

En la Tabla 15 se asoció el total de las regularizaciones con las categorías de titulares presentes.

Tabla 15. Representatividad de Categorías de Titular Efectivo según art. 2° y 5° transitorio

Categorías	Número de Registros		Número de DAA		Caudal (L/s)	
	2°T	5°T	2°T	5°T	2°T	5°T
Agrícola	32	6	46	7	419,58	37,27
Persona Natural	119	264	135	346	361,45	417,21
Agua Potable	4	1	4	1	34,7	28
OUA	2		2		27,6	
Otros	1	1	1	1	2	0
Total	158	272	188	355	845,33	482,48

De la Tabla 15 se puede concluir la mayoría de las Regularizaciones fueron realizadas por los titulares dentro de la categoría “Personas Naturales”. Cabe mencionar que las 2 Organizaciones de Usuarios registradas como titulares de DAA subterráneos en el acuífero de Petorca, obtuvieron dichos DAA mediante la vía judicial.

De manera adicional, se encontraron los siguientes estudios (catastros) sobre usos subterráneos antiguos para la cuenca de Petorca: a) Catastro de Usuarios de 1982 y b) Catastro para el estudio Análisis Crítico de la Red Subterránea de 1987 (aguas debajo de Artificio). Ambos estudios registran pozos en uso, la mayoría en la zona baja del valle, debido a que aguas abajo hay menor disponibilidad de aguas superficiales en contraste al mayor desarrollo del acuífero. Sin embargo, los pozos mencionados (usos antiguos) no están regularizados, ni muestran iniciativa en tal sentido (RODHOS Asesorías y Proyectos Limitada, 2008).

Las observaciones al proceso de Regularización recogidas por autoridades en la materia y por representantes del rubro agrícola, no permiten descartar que dicho proceso en el acuífero del río Petorca ha llevado a una sobreasignación del recurso hacia titulares presentando falsos antecedentes sobre usos antiguos (Barrientos, 2007; Budds, 2012; Donoso et al., 2010; Banco Mundial, 2013). RODHOS Asesorías y Proyectos Limitada (2008) señala explícitamente “la gente sabe que es más fácil tramitar solicitudes por la vía judicial que por la vía administrativa de la DGA”, al referirse sobre la gran cantidad de regularizaciones sobre usos que no corresponden a los catastrados (antiguos). Lo anterior se atribuye a que en la práctica, el uniformar criterios respecto el dilucidar antigüedad, libre de clandestinidad y uso ininterrumpido, representa un grado de complejidad no abordado en la legislación actual, en específico el art. 2° transitorio, y/ó en el proceder de los Tribunales de Justicia.

b) *Constituciones (art. 4° y 6° transitorio de la Ley N° 20.017 más vía solicitud)*

Debido a que el acuífero del valle del río Petorca fue declarado “Área de restricción” para nuevas exploraciones de aguas subterráneas desde 1997, la Constitución de DAA definitivos se encuentra supuestamente anulada para las solicitudes posteriores a la entrada en vigencia de la Resolución DGA N° 216. Sin embargo, las modificaciones que la Ley N° 20.017 realiza al CA de 1981, recoge las deficiencias históricas del proceso de Regularización (mencionadas anteriormente), añadiendo disposiciones transitorias (art. 3°, 4° y 6° transitorio) que permiten la Constitución de DAA definitivos bajo determinados requerimientos. Esto con el fin de beneficiar a los pequeños agricultores y a entidades encargadas del abastecimiento de agua potable para la población que tenían construidos pozos de pequeño caudal de extracción y que por requisitos establecidos en el CA no podían regularizarlos, y en consecuencia, no podían optar a los programas de subsidios que ofrece el Estado.

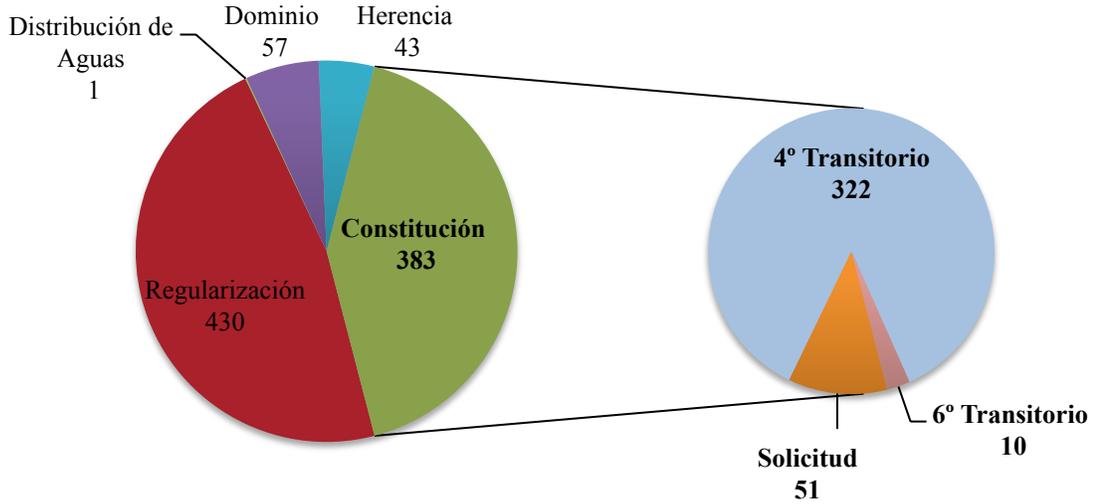


Figura 25. Número de Registros según vía Solicitud y art. 4° y 6° Transitorio

Del total de Constituciones (383), el 84,07 % de los registros fueron inscritos mediante art. 4° transitorio y el 2,61 % corresponden a constituciones vía art. 6° transitorio (APR). El 13,32 % restante se asocian a las constituciones vía solicitud (ver Figura 26).

En relación a la distribución temporal, las Constituciones vigentes han sido realizadas entre los años 1979-2012, siendo el tipo de inscripción con mayor amplitud dentro la serie de años (ver Figura 27). El máximo de inscripciones resulta en 139 Registros para el año 2010. En los últimos 7 años de la serie existe un aumento en el número de inscripciones en comparación a toda la serie de años.

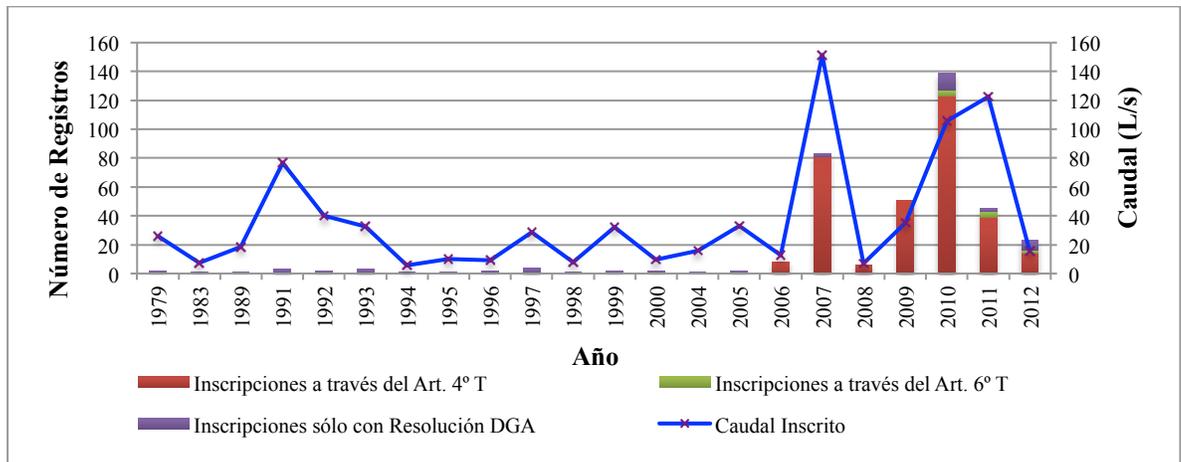


Figura 26. Distribución temporal del Número de Registros por año según Art. 4° y 6° transitorio mas la vía solicitud

La Figura 27 es coherente con las entrevistas realizadas por RODHOS Asesorías y Proyectos Limitada (2008), las que indican que fueron entre 4000 y 5000 solicitudes vía 4°

transitorio para la V Región posterior a la entrada en vigencia de la Ley N° 20.017, tramitándose alrededor de sólo el 11% del total de estas (aproximadamente 400), debido a que la capacidad de resolución por parte de la administración (DGA) se vio sobrepasada.

Los Registros asociados al art. 4° transitorio se inscriben mayoritariamente en los años 2007 y 2010. Mientras que los 10 registros inscritos mediante el art. 6° transitorio (ver Glosario) corresponden a 9 Comités de Agua Potable Rural y 1 Cooperativa de Servicio de Abastecimiento de Agua Potable. Estos se inscriben en los años 2010 (4), 2011 (4) y 2012 (1).

Desde de la declaración de “Área de restricción” realizada el día 15 de abril de 1997 hasta el mes de Octubre del año 2012, se han Constituido vía solicitud (sin disposiciones transitorias) 36 DAA subterráneos en 33 Registros, equivalentes a un caudal de extracción de 155,9 (L/s).

Tabla 16. Estadística descriptiva para las Inscripciones del tipo Constitución

Parámetros	Art. 4°	Art. 6°	Solicitud
Número de Registros	330	10	43
Número de DDA	334	10	50
Porcentaje de DAA con L/s	64,07 %	50 %	64 %
Suma (L/s)	473,71	63,88	265,23
Media	2,23	12,77	8,84
Moda	2	-	10
Mediana	2	4	7,5
Valor Mínimo	0,04	1,98	0,50
Valor Máximo	40	40	25

En la Tabla 16 los DAA inscritos mediante el art. 4° transitorio sobrepasan con creces los caudales máximos señalados para dicho mecanismo (Ver Glosario).

Tabla 17. Representatividad de las Categorías de Titulares según art. 4° y 6° transitorio más vía solicitud

Categorías	Número de Registros			Número de DAA			Caudal (L/s)		
	4°T	6°T	Sol.	4°T	6°T	Sol.	4°T	6°T	Sol.
Agrícola	35		7	35		13	72		99,9
Persona Natural	272		43	272		48	390,71		163,83
Agua Potable	15	10		15	10		11	63,88	
Otros			1			1			1,5
Total	322	10	43	322	10		473,71	63,88	265,63

Por otro lado, la Tabla 17 muestra que la mayoría de las Constituciones fueron realizadas

por los titulares dentro de la categoría “Personas Naturales”. Cabe mencionar que 10 de 19 Organizaciones de Agua Potable obtuvieron dichos DAA mediante la vía especialmente designada por el art. 6° transitorio, sumando un total de 63,88 (L/s) para uso doméstico.

Según lo que indica la Historia de la Ley N° 20.411, muchas solicitudes para constituir DAA mediante el 4° transitorio no correspondían a pequeños agricultores sino que a medianas y grandes empresas que utilizaron el referido artículo como un procedimiento simplificado para regularizar usos anteriores. Se estimó que de efectuarse los otorgamientos señalados “se perjudicarían los DAA ya otorgados, en atención a que se produciría una saturación y sobreexplotación de los acuíferos con consecuencias desastrosas y caóticas”. Cabe señalar que a causa del riesgo detectado por las autoridades se prohibió la constitución de DAA en virtud del art. 4° transitorio de la Ley N° 20.017, de 2005, en determinadas zonas o áreas que indica la Ley N° 20.411, con fecha 18 de diciembre del año 2009. Sin embargo, el acuífero del río Petorca no se incluyó en dicho listado.

Por tanto, no es posible descartar que los 35 Registros referentes a Empresas Agrícolas que lograron constituir sus DAA por dicho mecanismo (ver Tabla 22), representan la situación anterior descrita.

Considerando las distribuciones temporales de los 2 principales tipos de inscripción (Regularización y Constitución), es posible identificar un período de alza en el número de inscripciones posterior al año 2005. Según las entrevistas que realizó RODHOS Asesorías y Proyectos Limitada (2008), en la DGA de la V Región, se indicaba que “una de las demandas más importantes de derechos actualmente son las Regularizaciones (vía art. 2° transitorios), y las solicitudes de nuevos derechos (Constituciones)”, coincidiendo con los resultados obtenidos.

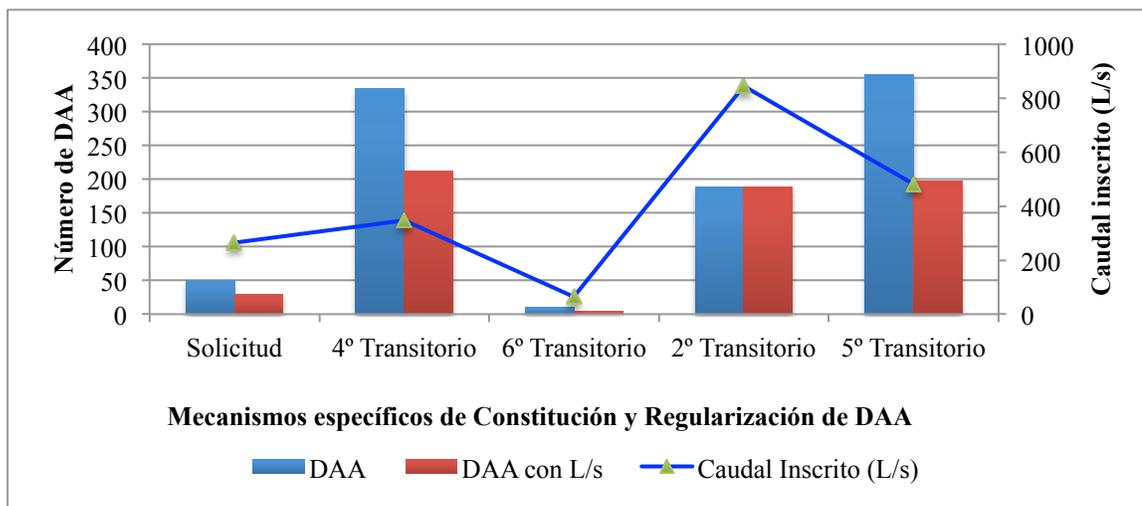


Figura 27. Propiedad Inscrita por los Mecanismos Específicos para la Constitución y Regularización de DAA

El mayor caudal contabilizado en (L/s) según mecanismo corresponde a Registros del tipo “Regularización”, mediante lo establecido en el art. 2° Transitorio, correspondientes a 188 DAA inscritos (Ver Figura 28). Lo siguen las Regularizaciones a través del art. 5° transitorio (355 DAA inscritos) y Constituciones asociadas al art. 4° transitorio (322 DAA inscritos). Por último, se encuentran las Constituciones realizadas mediante solicitud y las realizadas conforme al art. 6° transitorio (10 DAA inscritos).

En contraste con los resultados obtenidos, el informe realizado por Ayala, Cabrera y Asociados (2014) señala que desde la declaración de “Área de restricción” se han aprobado 921 DAA definitivos vía solicitud, equivalentes a 1885 (L/s), cifras lejanas a las observadas en el RPA que indican 33 Registros, equivalentes a un caudal de extracción de 155,9 L/s. De la misma forma el estudio señala un caudal de extracción mediante los art. 4° y 6° transitorio de 901 (L/s), aproximadamente menos de la mitad de lo calculado en el presente 412,19 (L/s).

Las diferencias entre los resultados pueden atribuirse a que se hayan inscrito más constituciones dentro de los años 2013 y 2014 y/o que dentro de los registros disponibles en DGA existan DAA constituidos que aún no se inscriben en el RPA de Petorca.

CONCLUSIONES

El estudio de la propiedad de agua subterránea del acuífero del río Petorca presenta limitaciones debido a falencias en el sistema de registro de la misma. No existe información exacta sobre cuánto ha sido el total de Caudal (L/s) inscrito hasta la fecha señalada debido a que aproximadamente un tercio de los DAA inscritos no tiene equivalencia en L/s respecto a sus caudales de extracción. Al mismo tiempo, hay poca claridad en otros ítems estudiados como lo son el RUT asociado a distintos nombres; la mayoría de DAA (74,20 %) no poseen referencias al uso de los mismos y aproximadamente un tercio de estos no posee su ubicación en coordenadas geográficas UTM.

A pesar de lo anterior, la propiedad del agua subterránea del acuífero del río Petorca se compone mayoritariamente de inscripciones realizadas posteriores al año 2005 (63,8 % del total de número de registros), principalmente mediante Regularizaciones y Constituciones. Se estima un caudal total otorgado para el acuífero del río Petorca de alrededor de 6000 (L/s). Además, se determinaron agrupaciones (Clusters) de los DAA con valores similares de caudal (L/s) de extracción. Las agrupaciones asociadas a valores altos de caudal (L/s) coinciden con los sectores del acuífero donde se ha expandido el rubro agrícola de exportación.

Por otra parte, el MA representa un 27,83% de los DAA vigentes y un 38% del caudal total otorgado en L/s. Ha favorecido la transacción de altos valores de caudal en un bajo número de registros, concentrando la propiedad en relación al caudal (L/s). Esto podría atribuirse al impulso que generan las empresas agrícolas, ya que representan la categoría de titulares con mayor caudal (L/s) inscrito, asignado en su mayoría a través de Compraventas.

Regularizaciones y Constituciones, han influido en gran medida en la distribución temporal de las inscripciones en el RPA de Petorca (86,38 % del total de número de registros), especialmente las asociadas a la vía Tribunales de Justicia (art. 2º Transitorio de CA de 1981) y a la Ley N° 20.017 del año 2005 (art. 4º transitorio)

Cabe mencionar que las Constituciones vía solicitud si bien disminuyeron posterior a 1997, nunca se detuvieron, por lo que la declaración de “Área de restricción” no fue puesta en práctica a cabalidad.

Se concluye que para mejorar la gestión hídrica del acuífero del río Petorca se debe optimizar y actualizar con urgencia el sistema de registro de la propiedad de aguas, de manera en que sea posible determinar, al menos, la equivalencia en (L/s) de cada DAA inscrito. Además, resulta evidente que al no respetar las declaraciones restrictivas de constitución de DAA en el acuífero, éste llegará en algún corto o mediano plazo a su agotamiento.

BIBLIOGRAFÍA

Anabalón, G. 2006. Impactos Espaciales producidos por la proliferación de la fruticultura Comuna de Petorca, V Región de Valparaíso. Memoria para optar al título de Geógrafo. Santiago, Chile: Escuela de Geografía, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. 110h.

Arumí, J.L. y R.A. Oyarzún. 2006. [En línea]. Las aguas subterráneas en Chile. Disponible en el WWW: <http://www.igme.es/internet/sistemas_infor/ArtBGM/20061.3.pdf> Consulta 04 abril 2013.

Ayala, Cabrera y Asociados Limitada. 2014. [En línea]. Modelación Hidrogeológica de los acuíferos de Ligua y Petorca: Informe Final. Disponible en el WWW: <<http://documentos.dga.cl/SUB5477.pdf>> Consulta 04 abril 2014.

Banco Mundial. 2013. Chile: Estudio para el Mejoramiento del Marco Institucional para la Gestión del Agua. Chile: Unidad de Ambiente y Aguas, Departamento de Desarrollo Sostenible para América Latina y el Caribe. 220p.

Barrientos, E. 2007. [En línea]. Impacto de la Reforma al Código de Aguas en la constitución originaria de derechos de aprovechamiento de aguas, en la Región de Los Lagos y Región de Los Ríos. Memoria de Prueba para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Austral de Chile. Disponible en el WWW: <<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fjb275i/doc/fjb275i.pdf>> Consulta 04 abril 2013.

Boettiger, C. 2008, jul. Algunas consideraciones en torno a la preferencia del explorador de aguas subterráneas en Chile. *Actualidad jurídica*. Universidad del Desarrollo. (18), 259-370.

Boettiger, C. 2012, ene. Del Catastro Público de Aguas: A propósito de una sentencia del Tribunal. *Actualidad jurídica*. Universidad del Desarrollo. (14), 557-570.

Budds, J. 2012. La Demanda, Evaluación y Asignación del Agua en el Contexto de Escasez: un Análisis del ciclo hidrosocial del Valle del Río La Ligua, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (52):167-184.

Castro, R. y Espinosa, M. 2008. Evaluación Ambiental de plantaciones de paltos en laderas. Cuenca del Río Petorca. Región de Valparaíso. Chile. Trabajo de Titulación para optar al grado de Magíster en Ingeniería y Gestión Ambiental, Mención Auditoría ISO 14001. Santiago, Chile: Centro de Alta Formación Universidad Politécnica de Cataluña 170p

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 1995. Mercados de Derechos de Agua: Entorno Legal. Disponible en el WWW:

<<http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/5670/Lcr1485e.pdf>> Consulta: 14 octubre de 2012.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2004. Mercados de Derechos de Agua: Experiencias y propuestas de América del Sur. Santiago, Chile: Serie: Recursos naturales e Infraestructura. N°80. 81p.

CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales), Chile. 2009. Determinación de erosión actual y fragilidad de suelos en la V Región utilizando datos satelitales y SIG: Informe Final. [Santiago, Chile]: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura. 156pp.

Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 2000. 427p. [Publicada en Diario Oficial el: 30 de mayo de 2000].

Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122. Código de Aguas. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 1981. 71p. [Publicada en Diario Oficial el: 29 de octubre de 1981].

Decreto N° 162. Fija texto sistematizado del Código de Aguas. Santiago, Chile: Ministerio de Justicia, 1969. 70p. [Publicada en Diario Oficial el: 12 de marzo de 1969].

DGA (Dirección General de Aguas). 1997. [En línea]. Área de Restricción para Nuevas Explotaciones de Agua Subterráneas el Acuífero del Valle del Río Petorca, Provincia de Petorca, V Región. Disponible en el WWW: <http://www.dga.cl/administracionrecursoshidricos/areasderestriccion/areas%20de%20restriccion/res_216.pdf> Consulta: 10 Marzo 2013.

DGA (Dirección General de Aguas). 2006. [En línea]. Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales de las Cuencas de los Ríos Petorca y La Ligua V° Región. Disponible en el WWW: <<http://documentos.dga.cl/SUP4496.pdf>> Consulta: 05-noviembre 2012.

DGA (Dirección General de Aguas). 2013. Actualización Informe Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales de las Cuencas del Río Petorca y Río La Ligua, Región de Valparaíso. Santiago, Chile: DGA. 109p.

DGA (Dirección General de Aguas). 2014. Definición sobre los Derechos de Aprovechamiento de aguas subterráneas provisionales en las Áreas de Restricción La Ligua y Petorca, Región de Valparaíso. Informe Técnico N°70. Santiago, Chile. 116p

Donoso, G.; J. Cancino; O. Melo; C. Rodríguez; H. Contreras. 2010. Informe Final: Análisis del Mercado del Agua de riego en Chile: una revisión crítica a través del caso de la región de Valparaíso. Departamento de Economía Agraria; Pontificia Universidad Católica. Estudio Contratado por Resolución Exenta N° 803 (ODEPA) Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura. 156pp.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2012a. ArcGIS Resource Center: Cómo funciona Análisis de cluster y de valor atípico (I Anselin local de Moran) . [En línea]. California, Estados Unidos: ESRI. Recuperado en: <<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//005p00000012000000>>. Consultado el: 30 de febrero de 2014.

ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2012b. ArcGIS Resource Center: Cómo funciona Análisis de punto caliente (Gi* de Getis-Ord). [En línea]. California, Estados Unidos: ESRI. Recuperado en: <<http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/005p00000011000000/>>. Consultado el: 30 de febrero de 2014.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), Italia. 2003. Administración de derechos de agua: experiencias, asuntos relevantes y lineamientos. FAO. Roma: FAO. 312 p.

Fernández B.; G. Donoso; M. Luraschi; D. Orphanopoulos; C. Salazar. 1999. Estimación del Impacto Económico Asociado a Sequías Hidrológicas. Pontificia Universidad Católica de Chile y Dirección General de Aguas. Chile. 25p.

GCF Ingenieros Limitada. 2013, ene. Mejoramiento de Agua Subterránea para riego Ligua y Petorca. Comisión Nacional de Riego (CNR), Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile: CNR. 49p.

GCF Ingenieros Limitada. 2011, dic. Estudio Diagnóstico de los Recursos Subterráneos en el Sistema Hídrico Ligua y Petorca: Informe Final. Comisión Nacional de Riego (CNR), Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile: CNR. 265p.

Góngora, J. 2007. Dimensión espacial de las remesas de migrantes internacionales en México. México. Tesis de maestría en Estudios de Población y Desarrollo Regional, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Arquitectura y Universidad Autónoma de México, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. 75p.

Guiloff, M; I. Mewes; R. Rivera; J. Edwards. 2013. El derecho al agua como un Derecho Humano: el caso de la provincia de Petorca. (cap. 7, pp. 255-282). *En: Centro de Derechos Humanos, Facultad de Derecho Universidad Diego Portales*. Informe anual sobre Derechos Humanos en Chile 2013. [En línea]. Santiago de Chile: Universidad Diego Portales 2013. Recuperado en: <http://www.derechoshumanos.udp.cl/wp/wp-content/uploads/2013/10/libro_DD_HH_capitulo7.pdf> Consultado el 05 de marzo de 2014

INE Valparaíso (Instituto Nacional de Estadísticas). 2011. [En línea]. Boletín Estadístico Provincial de Valparaíso. Disponible en el WWW: <<http://www.inevalparaiso.cl/archivos/files/pdf/provincial/BoletinProvincial2011.pdf>> Consulta: 14 octubre 2012.

Ley N° 16.640. Reforma Agraria. Santiago: Ministerio de Agricultura, 1951. 128p. [Publicada en Diario Oficial el: 28 de julio de 1967].

Ley N° 2.139. (Sin Título). Sobre Asociaciones de canalistas. Santiago: Ministerio de Industria y Obras Públicas, 1908. 3p. [Publicada en Diario Oficial el: 20 de noviembre de 1908].

Ley N° 20.017. Modifica el Código de Aguas. Santiago: Ministerio de Obras Públicas, 2005. 26p. [Publicada en Diario Oficial el: 16 de junio de 2005]

Ley N° 20.411. Impide la Constitución de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en virtud del artículo 4° Transitorio de la ley 20.017 de 2005, en determinadas zonas o áreas. Santiago: Ministerio de Obras Públicas, 2009. 3p. [Publicada en Diario Oficial el: 29 de diciembre de 2009].

Ley N° 9.909. Fija los textos definitivos del Código de Aguas. Santiago: Ministerio de Justicia, 1951. 54p. [Publicada en Diario Oficial el: 28 de mayo de 1951].

Manríquez, M. 2010. Análisis crítico al sistema registral chileno de los derechos de aprovechamiento de aguas. Tesis para optar al grado de Magíster. Santiago, Chile: Escuela de Graduados Facultad de Derecho, Universidad de Chile. 130h.

METEOCHILE. 2013. [En línea]. Descripción Climatológica, Región de Valparaíso. Disponible en el WWW: <http://www.meteochile.cl/climas/climas_quinta_region.html> Consulta 10 marzo 2013.

Muñoz, J. 2003. Perspectivas para el desarrollo de las aguas subterráneas en Chile. Taller Nacional 'Hacia un Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos'. 16 pp

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2003. [En línea]. Resumen Mejora de la gestión del agua: Experiencias recientes de la OCDE. Disponible en el WWW: <<http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9703024e5.pdf?expires=1366499620&id=id&accname=guest&checksum=888B1F15DA94BB00BC251C3C5303D191>> Consulta 16 abril 2013.

OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). 2012. Gobernabilidad del agua en América Latina y el Caribe: Un Enfoque Multinivel. [s.l.]: OCDE. 195p.

Ord, J and A. Getis. 1995. Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distributional Issues and an Application. *Geographical Analysis*, 27(4): 287- 306.

Ordóñez C.; Varela M.R.; Reyes, A. 2011. Desarrollo de un SIG para el análisis de patrones espaciales de incendios en viviendas. *GeoFocus* 11: 1578-5157

Ortiz, A. 2008. La legislación hidrológica orientada al libre mercado como modelo de reformas en los países andinos: Planteamiento del Problema. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, num. Enero-Junio, 87-111p.

Prieto, M. 2011. Las áreas de restricción como mecanismo de protección de los

recursos hídricos subterráneos. Tesis para optar al grado de Magíster en Derecho Ambiental. Santiago, Chile: Escuela de Graduados Facultad de Derecho, Universidad de Chile. 85h

RODHOS Asesorías y Proyectos Limitada. 2008, dic. Levantamiento de Información sobre Derechos No Inscritos susceptibles de regularizar en las Cuencas del Río Salado y Salar de Atacama (Región de Antofagasta), Quilimarí y Pupío (Región de Coquimbo) y Ligua y Petorca (Región de Valparaíso). Departamento de Estudios y Planificación, Dirección General de Aguas (DGA), Ministerio de Obras Públicas (MOP). Santiago, Chile: DGA. 132p.

Saavedra, M. 2008, dic. Código de aguas chileno y reforma 2005: Los problemas con la Asignación inicial en La Araucanía. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Vol.107: [s.p.].

Salazar, C. 2003. Situación de los recursos hídricos en Chile. Third World Centre for Water. 102p.

SURHGE (Sustentabilidad Hídrica de la Provincia de Petorca bajo los Escenarios de Cambio Climático), Chile. 2012. Descripción de la Cuenca de Petorca: Oferta y Demanda Hídrica. Chile: SURHGE. 55p.

Ugarte, P. 2003. Derecho de Aprovechamiento de Aguas. Análisis Histórico, Extensión y Alcance en la Legislación Vigente. Memoria para optar al grado de Licenciada en Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad de Chile, Facultad de Derecho. Santiago, Chile. 171p.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2012. [En línea]. Managing Water Report under Uncertainty and Risk: 4º Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo del agua Mundial. Vol. I. Disponible en el WWW: < <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002156/215644e.pdf>> Consulta 04 abril 2013.

Valenzuela, C; R. Fuster; A. León. 2013. Chile: ¿Es Eficaz la Patente por no Uso de Derechos de Aguas? *Cepal*. (109): 175-198.

Vicuña, S.; I. Losada; L. Cifuentes y J. Beyá. 2013. Marco Estratégico para la Adaptación de la Infraestructura al Cambio Climático. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. 156p.

Vidal, S. 2008. La Protección de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas otorgados por el sólo Ministerio de la Ley en el código de Aguas. Memoria para optar al Grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Valdivia, Chile. 36p.

Yanez, R. 2008. El Mercado de las aguas en Chile. Instituto Libertad: Informe Especial. Vol. XIX N° 200. 18p.

GLOSARIO

ADJUDICACIÓN: La del objeto adjudicado en acto de partición, por escritura pública en que conste la adjudicación y haberla aceptado el adjudicatario. Pertenecen a esta clase las sentencias de adjudicación en juicios divisorios, y los actos legales de partición. El partidor se conformará en la adjudicación de los bienes a las reglas de este título; salvo que los coasignatarios acuerden legítima y unánimemente otra cosa²².

APORTES: Consisten, generalmente, en los bienes (muebles o inmuebles) o derechos que forman el patrimonio inicial de una sociedad o persona jurídica o comunidad²³.

CAMBIO DE PUNTO DE CAPTACIÓN: Tipología de inscripción única para aguas subterráneas. Consiste en un procedimiento mediante el cual la DGA autoriza al titular para cambiar el punto de captación de aguas subterráneas dentro de un mismo sector acuífero de aprovechamiento común. DAA definitivos y provisionales son afectos al CPC. Se define su mecanismo en el Artículo 42 de la Resolución DGA N° 203, de 20 de mayo de 2013.

COMPRA EN REMATE: se aplica el mismo concepto señalado anteriormente para la compraventa, pero se entiende que el modo de adquirir dichos DAA fue en pública subasta en el que un martillero público adjudicó ese bien determinado a cierta persona natural o jurídica (debidamente representada), que adquirió dicho bien ya sea por que ofertó más en la puja de la subasta, o bien, por que cumplió todas la condiciones establecidas en las bases.

COMPRAVENTA: La compraventa es un contrato en que una de las partes se obliga a dar una cosa y la otra a pagarla en dinero. Aquélla se dice vender y ésta comprar. El dinero que el comprador da por la cosa vendida, se llama precio²⁴.

CONSTITUCIÓN: La constitución de DAA²⁵ está a cargo de la DGA y del Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH), basándose en la disponibilidad de acuíferos (aguas subterráneas), como de fuentes naturales (aguas superficiales). La solicitud deberá presentar antecedentes que individualicen al solicitante como también las características del DAA solicitado, sin embargo, para el caso de DAA subterráneas se debe agregar: la comuna en que se ubicará la captación; área de protección que se solicita; caudal máximo (expresado en medidas métricas y de tiempo) y volumen anual extraído desde el acuífero (expresado metros cúbicos). Se destaca que la DGA se encuentra facultada para

²² Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil.

²³ Jiménez, R. 2013, sep. Tipos de Transacción de DAA. [Entrevista personal]. Departamento de Economía Agraria, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

²⁴ Ibid

²⁵ Artículos 140 al 157 del CA de 1981. Define el mecanismo a través del cual se solicitan los DAA

denegar la solicitud²⁶ si: se presentasen oposiciones de terceros en un plazo de 30 días contados a partir de la última publicación o notificación; no exista disponibilidad del recurso y, por último, si la tramitación no fuera legalmente procedente.

DISTRIBUCIÓN DE AGUAS: El artículo 19° del CA define la naturaleza del DAA, respecto a su ejercicio, siendo derechos de ejercicio continuo los que permiten usar el agua en forma ininterrumpida durante las veinticuatro horas del día. Los derechos de ejercicio discontinuo sólo permiten usar el agua durante determinados períodos. Los derechos de ejercicio alternado son aquellos en que el uso del agua se distribuye entre dos o más personas que se turnan sucesivamente. Estos DAA debido a su naturaleza pueden ser distribuidos entre más de un usuario, ya sea por un contrato, un acuerdo verbal, o una resolución de la propia DGA en que se establece, por ejemplo, que el derecho no obstante ser consuntivo, no es continuo sino que discontinuo o alternado.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS: Corresponden a 6 artículos incluidos en el CA de 1981 (DFL N° 1.122) y a 13 artículos incluidos en la Ley N° 20.017. Se determinan los procedimientos para la regularización o la facilitación de esta para determinados usuarios (caso de la Ley N° 20.017). Para el caso de este estudio son importantes los siguientes artículos:

- Artículo 2° transitorio (DFL N° 1.122): Los DAA afectos a Regularizarse pueden encontrarse: a) No inscritos ó b) Inscritos y que estén siendo utilizados por personas distintas de sus titulares. Además se incluyen aquellos DAA que se extraen en forma individual de una fuente natural. Dichas situaciones podrán regularizarse cuando los usuario/as hayan cumplido cinco años de uso ininterrumpido, libre de clandestinidad y violencia contados hacia atrás desde la fecha de entrada en vigencia del Código de Aguas de 1981, es decir, antes del 29 de octubre de 1976²⁷. El acto administrativo se resume en el envío, por parte de la DGA, de un Informe Técnico al Juez de Letras de la Comuna correspondiente, quien por sentencia judicial otorga el DAA.
- Artículo 5° transitorio (DFL N° 1.122): SAG es el organismo responsable de la determinación e inscripción de los DAA afectos al artículo 5° transitorio, provenientes de predios expropiados total (ex CORA) o parcialmente o adquiridos a cualquier título por aplicación de las leyes N° 15.020 y N° 16.640 (Reforma Agraria). Estos DAA serán determinados en consideración a la extensión regada.
- Artículo 4° transitorio (Ley N° 20.017): Se podrán constituir mediante este artículo los DAA de ejercicio Permanente sobre aguas subterráneas por un caudal de hasta 2 L/s entre las regiones Primera a Metropolitana y hasta 4 litros por segundo en las demás Regiones, sobre captaciones construidas antes del 30 de Junio de 2004, pero es necesario que las solicitudes sean presentadas antes de 6 meses siguientes a la publicación de la nueva ley, es decir antes del 1 de Enero del 2006.

²⁶ Art. 141 del CA de 1981

²⁷ Yamal, R. 2014, marzo. Consulta pública sobre tipos de inscripción de DAA. [Entrevista personal]. División Legal, Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas.

- Artículo 6° transitorio (Ley N° 20.017): Se establece la constitución DAA usados para abastecer de agua a poblaciones ubicadas en sectores rurales, respecto de pozos construidos hasta antes del 31 de Diciembre de 2004. Se justifica la inserción de este artículo debido a que la mayoría de las entidades prestadoras del servicio de Agua Potable Rural (Comités), han surgido después de la fecha límite exigida por el artículo 2° transitorio, que es el 29 de octubre de 1976, inhabilitando la regularización a través de los medios existentes anteriores a la Ley N° 20.017.

DOMINIO: El dominio (que se llama también propiedad) es el derecho real en una cosa corporal, para gozar y disponer de ella arbitrariamente; no siendo contra la ley o contra derecho ajeno. La propiedad separada del goce de la cosa, se llama mera o nuda propiedad²⁸. Al margen de la escritura aparece DOMINIO, cuando DGA otorgó o constituyó directamente el DAA. Es decir, el Dominio de las aguas viene desde DGA a la persona natural o jurídica.

HERENCIA: Las asignaciones a título universal se llaman herencias, y las asignaciones a título singular, legados. El asignatario de herencia se llama heredero, y el asignatario de legado, legatario²⁹.

PERMUTA: La permutación o cambio es un contrato en que las partes se obligan mutuamente a dar una especie o cuerpo cierto por otro. Cada permutante será considerado como vendedor de la cosa que da, y el justo precio de ella a la fecha del contrato se mirará como el precio que paga por lo que recibe en cambio. No pueden cambiarse las cosas que no pueden venderse³⁰.

REGULARIZACIÓN: Procedimiento de inscripción en el RPA de DAA. La Regularización de un DAA significa inscribir un derecho pre-existente a la entrada en vigencia del CA de 1981, a nombre de quien se considere su actual titularidad, en el RPA del CBR correspondiente. Las disposiciones que establecen los mecanismos de Regularización y que deben registrarse en el RPA son los DAA afectos a lo dispuesto en los artículos 1°, 2° y 5° transitorios, dentro del CA de 1981 y el artículo 7° del Decreto Ley N° 2.603 de 1979.

²⁸ Art. 582 del Código Civil

²⁹ Art. 954 del Código Civil

³⁰ Decreto con Fuerza de Ley N° 1. Código Civil.

