



udp UNIVERSIDAD
DIEGO PORTALES

LA ESCASEZ HÍDRICA EN LA CUENCA DEL RÍO MAULE
Soluciones smart al problema

ESCASEZ HÍDRICA EN SAN PEDRO DE MELIPILLA
¿Cómo se puede solucionar el problema?

SERGIO MANUEL MUÑOZ CATALÁN

Papers de profundización para optar al grado de Licenciado en Ciencia Política

Profesor Seminario Avanzado: Diego Cooper
Profesora Seminario Avanzado: Natalia Testa

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES E HISTORIA
ESCUELA DE CIENCIA POLITICA

Santiago, Chile
2020



udp UNIVERSIDAD
DIEGO PORTALES

La escasez hídrica en la cuenca del río Maule

Soluciones smart al problema

SERGIO MANUEL MUÑOZ CATALÁN

Paper de profundización del Seminario “Ciudades Inteligentes y sus Desafíos para las Políticas Públicas” para optar al grado de Licenciado en Ciencia Política

Profesora de Seminario Avanzado: Diego Cooper

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES E HISTORIA
ESCUELA DE CIENCIA POLÍTICA

Santiago, Chile

2020

Tabla de contenidos

1. Introducción	4
2. Caso de estudio	7
3. Objetivos	8
3.1 Objetivo general	8
3.2 Objetivos específicos	9
4. Marco Metodológico	9
5. Marco teórico	9
6. Resultados y Discusión	13
6.1 Iniciativa Privada: La Carretera Hídrica	13
6.2 Plan Nacional de Recarga de Acuíferos	14
6.3 El caso de Israel	15
6.4 Uso de las TIC's en la eficiencia hídrica: La eficiencia hídrica en Almería	16
6.5 Telemetría y riego en la producción de pisco	17
6.6 El caso de Limarí y los OUA	18
7. Análisis de eficiencia y factibilidad política	19
8. Propuesta	21
8.1 Plan de trabajo	21
9. Carta Gantt	23
10. Conclusión	23
11. Bibliografía	24

Abstract

En la presente investigación se analizará las diversas propuestas para hacer frente al fenómeno de la escasez hídrica, tanto aquellas provenientes del Estado como de privados. Para esto se dividirán en aquellas que ponen énfasis en el aumento de la oferta y las que generan una demanda eficiente. Posterior a esto, se llevará a cabo una propuesta *smart*, tomando como base las Tecnologías de la Información (TIC's) y como el uso de estas inciden en una demanda eficiente de agua en la cuenca del río Maule.

Palabras clave: escasez hídrica, tecnologías de la información, eficiencia hídrica, sustentabilidad.

1. Introducción

Según informes de la UNESCO, una quinta parte de la población mundial habita en áreas que enfrentan escasez de agua, mientras que otro cuarto del total de la población enfrenta recortes en el suministro de este recurso debido a problemas derivados de la insuficiencia para abastecerse de agua de ríos y acuíferos. Asimismo, la tendencia indica que la población afectada aumentaría a futuro condicionada por el incremento de las temperaturas globales y la pérdida de las zonas húmedas naturales.

Dado que el agua es un factor vital en el desarrollo productivo, la disminución de este recurso puede traducirse en tasas de desarrollo económico más bajas a futuro. En esta línea, el Banco Mundial (2016) afirma que la escasez condicionaría las actividades productivas en algunas regiones como el África Sub-Sahariana y el Medio-Oriente¹, las cuales disminuirían sus tasas de crecimiento en hasta seis puntos porcentuales del PIB al 2050 como resultado de los problemas relacionados con el agua.

Chile, debido a su ubicación geográfica y condiciones climáticas, se encuentra entre los países más afectados por el cambio climático, cumpliendo con siete de los nueve criterios de vulnerabilidad enunciadas por la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) a saber: posee áreas costeras de baja altura; zonas áridas y semiáridas; zonas de bosques; territorio susceptible a desastres naturales; áreas propensas a sequía y desertificación; zonas urbanas con problemas de contaminación atmosférica y ecosistemas montañosos (MMA 2017). Esto determina que el país se ubique dentro de los treinta Estados del mundo con mayor estrés hídrico, siendo una de las naciones con mayor probabilidad de enfrentar una disminución en el suministro de agua (WRI 2015).

¹ Chile se encuentra en el lugar N°18 de las naciones con mayor estrés hídrico, siendo el único país de América del Sur en enfrentar tan alto riesgo (WRI, 2019)

No obstante, debido a la heterogeneidad del territorio no todas las regiones enfrentan el mismo grado de escasez hídrica, lo que se traduce en una disponibilidad –tanto en términos absolutos como per cápita– con grandes diferencias en las distintas regiones del país. Un ejemplo de esto, son los resultados de déficit y superávit de precipitaciones en las distintas regiones del país.

Tabla N°1

Déficit y Superávit de Precipitaciones Acumuladas	
Región	Resultado
Arica y Parinacota	63%
Tarapacá	100%
Antofagasta	200%
Atacama	-99%
Coquimbo	-89%
Valparaíso	-77%
O'Higgins	-78%
Maule	-52%
Ñuble	-34%
Biobío	-41%
La Araucanía	-36%
Los Ríos	-4%
Los Lagos	-21%
Aysén	-13%
Magallanes	5%

Fuente: Dirección General de Aguas, Información Pluviométrica, Fluviométrica, Estado de Embalses, Boletín de Agosto 2019.

En los últimos 12 años la condición de sequía se ha presentado prácticamente de manera permanente entre las regiones de Atacama y Maule llegando en algunos años a afectar a las regiones de Los Ríos y Los Lagos (Fundación Newenko 2019). Además, los recursos hídricos son indispensables para el desarrollo del país, ya que prácticamente todas las actividades económicas –minería, agricultura y generación eléctrica, entre otras utilizan el agua como un insumo fundamental.

El sector silvoagropecuario² del país tiene una clara orientación a la exportación, donde la fruticultura y la silvicultura cobran gran relevancia. A nivel geográfico, Chile puede ser dividido en grandes zonas productivas con orientaciones claras; es así como en la zona que comprende las regiones III y IV, predomina la producción de frutales y viñas, fuertemente dependientes del riego durante todo el año; en la zona Central (Región V y VI, y la Región Metropolitana) se agrega a las anteriores la producción de hortalizas, también fuertemente dependientes del riego. A partir de la Región VII y hasta la Región IX, comienza a darse paso a la producción de cultivos anuales, ganadería y silvicultura, dependientes del riego especialmente en la temporada de primavera y verano (FAO 2015).

Esta área productiva consume aproximadamente el 73% de las extracciones de agua para regar, de las cuales 1,1 millones de hectáreas se encuentran localizadas entre las regiones de Coquimbo y Los Lagos. La industria a su vez, genera exportaciones que en su conjunto al año 2017 significaron un 25% del total nacional y emplea alrededor de 9,6% de la fuerza laboral. Además generó, en promedio, al año 2017 un 3% del PIB Nacional. No obstante, este porcentaje se ve ampliamente superado en aquellas regiones predominantemente agrícolas (DGA 2014).

Gráfico N°1

El sector silvoagropecuario, forma parte del sector primario o extractivo, compuesto por el sector avícola, ganadero y la silvicultura, o explotación forestal²

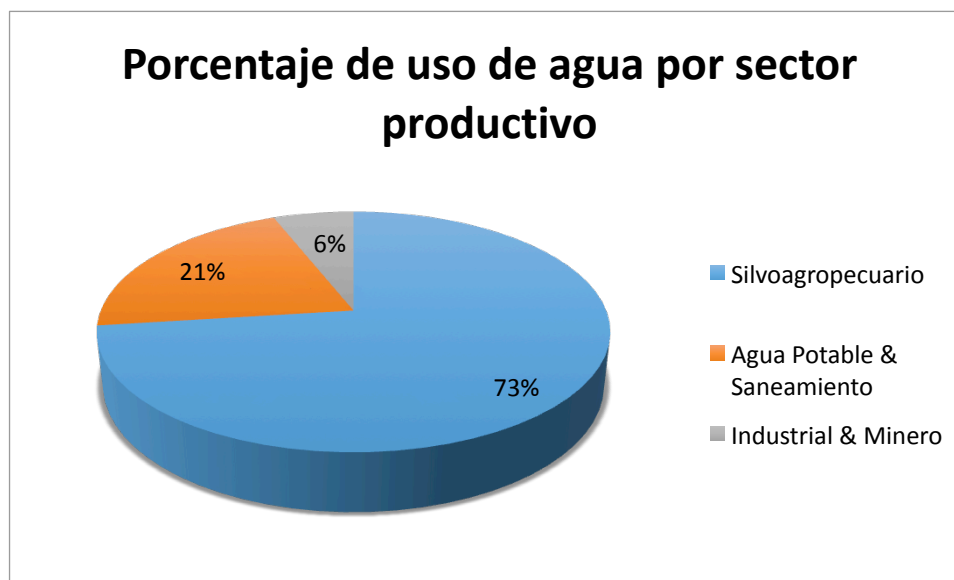


Gráfico N°1: Elaboración propia a partir de datos de la DGA, 2014.

Debido a que el fenómeno de escasez hídrica se relaciona con la naturaleza hidro-social del ciclo del agua, es preciso entender en primer lugar que el concepto comprende el desbalance entre oferta y demanda hídrica. Por lo tanto, es relevante analizar el uso que se hace de este recurso, así como las políticas que permitan aumentar su oferta o incentivar una demanda eficiente. Este trabajo pondrá énfasis en contrastar las soluciones, mediante un análisis de factibilidad, entre aquellas propuestas enfocadas en aumentar la oferta del recurso, propuestas tanto por el Estado como por privados, donde destacan el Programa de Infiltración de Acuíferos y la Carretera Hídrica respectivamente, con aquellas soluciones *smart* realizadas tanto en Chile como en el extranjero enfocadas en desarrollar una demanda más eficiente mediante llamadas tecnologías de la comunicación (TIC).

2. Caso de estudio

El caso de estudio se centrará en la Región del Maule, donde se concentra la Cuenca del río Maule. Esta nace en la Cordillera de los Andes y desemboca en el mar, con una extensión de 21.052 km². El 94% de su superficie corresponde a

la Región del Maule. La población urbana se concentra en la comuna de Talca con 220.357 habitantes, seguido de Linares con 93.602 habitantes (INE 2018).

En este sector la precipitación anual tiene una variabilidad alta, donde destacan tanto años secos como húmedos, correspondiendo a una precipitación equivalente al 25% y 180% del promedio anual (INH 2016). En la cuenca del río Maule la oferta hídrica referencial considera un 85% de probabilidad de excedencia, correspondiente a 243,4 m³/s en aguas superficiales y 58 m³/s en aguas subterráneas (INH 2016).

La Región del Maule concentra el 17,2% de la superficie dedicada al rubro silvoagropecuario (Censo 2007), correspondiendo su uso principal a las plantaciones forestales, seguidas por cereales, frutales, plantas, forrajeras y viñas y parronales. Esto corresponde al 93,9% de la superficie de cultivos en la región. La tasa de empleo del sector agrícola comprende un 25,5% (INE 2017) de la fuerza laboral de la zona.

Dos son las razones para elegir este caso de estudio. En primer lugar, la vocación agrícola de esta región, siendo la región con mayor cantidad de trabajadores en el rubro con 126.949 ocupados (INE 2017). Por lo tanto, mejoras en la eficiencia en el riego, se traducen en una mayor productividad, así como mejoras en las tasas de empleabilidad. En segundo lugar, la puesta en práctica de una política pública que ponga énfasis en la demanda de agua eficiente en un sector determinado permite una mejor asignación de recursos, esto se debe a que cada cuenca presenta características específicas, así como sus poblaciones requieren satisfacer necesidades de diversa índole, sin embargo, los procesos de aprendizaje permiten la posibilidad de que gran parte de la experiencia pueda ser replicada en otras cuencas hidrográficas del país.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Proponer alternativas de solución al problema de escasez hídrica en la región del Maule tomando como base criterios de eficiencia en la demanda del recurso.

3.2 Objetivos específicos

- Describir las diversas soluciones al problema de la Escasez Hídrica propuestos por el gobierno chileno con el objetivo de aumentar la oferta del recurso.
- Describir las diversas soluciones en materia de una demanda eficiente y sustentable al problema de la Escasez Hídrica internacional.
- Analizar la factibilidad política y eficiencia de llevar a cabo las soluciones analizadas.

4. Marco Metodológico

Para la realización del objetivo N°1 se utilizarán herramientas cualitativas de investigación. Se revisará bibliografía secundaria que permita dar cuenta de las diversas soluciones de política pública en nuestro país para dar solución al problema de escasez hídrica desde el aumento en la oferta del recurso.

Para el desarrollo del objetivo N°2, se revisará bibliografía secundaria que permita las diversas soluciones de política pública planteadas en el extranjero para dar mejorar eficiencia el demanda de agua bajo criterios de sustentabilidad.

Finalmente, para llevar a cabo el objetivo N°3 se analizaran mediante los seis ejes de factibilidad, es decir, presupuestal, socioeconómico, legal, político, ambiental y administrativo, las potenciales soluciones al problema de una demanda ineficiente. Esto conllevará a realizar una correcta propuesta de alternativas de solución para el caso de la Región del Maule.

5. Marco teórico

La legislación chilena en materia de agua, representada en el Código de Aguas (CA), utiliza indistintamente los conceptos de sequía y escasez. Sin embargo, no se trata de sinónimos, esto se debe a que sequía considera la disminución temporal de la disponibilidad de agua debido a la falta de precipitaciones, fenómeno que se prolonga durante una estación o periodos más largos (Organización Mundial Meteorológica 2006). Por su parte, el concepto de escasez no es unívoco, como se revisará en los párrafos siguientes, ya que puede ser de carácter meteorológica, hidrológica, además, desde un punto de vista humano, conlleva características económicas y sociales, referidas al uso, distribución y gestión del recurso hídrico.

La escasez hídrica según la definición planteada por Schulte (2014) hace referencia a la falta volumétrica en el suministro de agua. Esto se calcula mediante la proporción entre el consumo humano de agua con respecto al suministro de agua disponible en un área determinada. De esta forma, el concepto de escasez hídrica se puede considerar como una realidad física, objetiva y medible.

Otra mirada del concepto de escasez hídrica (Tapia 2018) guarda relación con el impacto creado por el consumo de las personas, pues esta surge como consecuencia de la sobreexplotación de los recursos hídricos. Esta, puede verse agravada, por variables como la contaminación del agua o por fenómenos meteorológicos como los periodos de sequía.

Desde la Ecología Política (Padilla 2012) se plantea que la escasez hídrica es una construcción social que tiene su base en el desarrollo de relaciones sociales confrontadas, las que se encuentran directamente vinculadas con problemas de justicia socio-ambiental. Esta perspectiva establece el énfasis en el actuar de las instituciones sociales y políticas, las normas culturales de las sociedades y los derechos de propiedad como factores que influyen en el acceso al agua. De esta forma, la escasez está relacionada con problemas distributivos reflejados en el aspecto confrontacional entre comunidades y empresas por el acceso al agua (Costa 2016). Las causas de la escasez tienen estrecha relación con el crecimiento económico y la sobreexplotación del recurso por parte de

sectores económicos como el minero, agropecuario e industrial (Recabarren 2016).

Por lo tanto, la escasez hídrica no debe presentarse solo como un fenómeno meteorológico, vinculado a problemas climáticos, como la falta de precipitaciones o escurrimiento de caudales exclusivamente, sino que constituye a la vez el resultado de un determinado esquema de distribución de las aguas que privilegia unos usos o usuarios a favor de otros. (Martín & Pinto, 2015).

Debido a que el fenómeno de escasez hídrica se relaciona de manera estrecha con las formas de producción de una sociedad, así como la distribución de los derechos de aprovechamiento de agua, resulta relevante analizar de que forma las nuevas tecnologías pueden eventualmente disminuir o retrasar los efectos negativos de esta situación de desbalance hídrico. De esta forma, se analizará a continuación el concepto de tecnologías de información (TIC's) y su incidencia en la agricultura (Smart-farming).

Las TIC emergen, en la década de los ochenta, a partir de los avances científicos producidos en los ámbitos de la informática y las telecomunicaciones (Sánchez 2019; Belloch 2017). Las TIC comprende todas aquellas tecnologías que permiten el acceso, producción, tratamiento y comunicación de información presentada en códigos como texto, imagen y sonido (Belloch 2017), es decir, ocupan la informática, el Internet y las telecomunicaciones de base preferentemente digital. En los indicadores habituales se comprenden aquí la utilización de computador, sus aplicaciones y sus derivados, Internet y sus usos y la telefonía celular (Nagel & Martínez 2006).

De forma general, las TIC se desarrollan en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero no actúan de forma aislada, sino más bien de manera interactiva e interconectada, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas (Cabero 1998).

Esta son tecnología de carácter interactivo, ya que permite el intercambio de información entre el usuario y el ordenador. Esta información es de naturaleza inmaterial, debido a que puede ser transmitida entre lugares alejados físicamente, de una forma rápida. Finalmente, es una tecnología interactiva, al permitir la

posibilidad de nuevos desarrollos tecnológicos, mediante la conexión de dos tipos distintos de tecnologías (Belloch 2017).

En la agricultura, las TIC comienzan a influir en el desarrollo de diversos procesos como el control de variables como la temperatura, nutrientes, pH, agua, humedad, entre otros (Perez et al. 2006). De esta forma, surge el concepto de *Smart-Farming*, la cual se refiere a la aplicación de las TIC en la agricultura, otorgando mayor precisión en el manejo de los cultivos (Agriculturers 2018).

El objetivo de este tipo de producción agrícola es la mejora en la capacidad de los sistemas agrícolas prestando apoyo en la seguridad alimentaria, incorporando las crecientes necesidades de adaptación climáticas y las posibilidades de mitigación en las diversas estrategias de desarrollo agrícola sostenible. De esta forma, se establece un enfoque integrado para afrontar los desafíos relacionados con la seguridad alimentaria, el desarrollo sostenible y el cambio climático, de esta forma los países pueden determinar las opciones de mayor beneficio y que entregue mayores ventajas comparativas (FAO 2012).

Para llevar a cabo este tipo de agricultura se requiere el uso de servicios GPS, sensores y big data, de forma constante y sostenible, lo que permite mejoras en términos de calidad, cantidad y rentabilidad económica (Beecham Research 2014). Entre los ámbitos de aplicación de la “agricultura inteligente” destaca el cultivo de grandes y pequeños campos, la agricultura en interiores y el monitoreo de almacenamiento de agua (Castro 2016).

Un ejemplo de esto es lo que la FAO (2019) define como la agricultura climáticamente inteligente (CSA). Esta tiene como objetivo la mejora en la capacidad de los sistemas agrícolas, estableciendo el énfasis en la seguridad alimentaria, la incorporación de planes de adaptación al contexto climático y las posibilidades de mitigación en las estrategias de desarrollo agrícola sostenible. La materialización de las opciones dependerá del contexto y capacidad de cada país, así como del acceso a información climática más completa, la armonización de políticas de desarrollo. Cabe destacar que el concepto de CSA evoluciona permanentemente y no existe un planteamiento único que pueda utilizarse.

6. Resultados y Discusión

Con el objetivo de mitigar las consecuencias de la escasez hídrica en el país, se han articulado dos grandes proyectos. El primero, impulsado por la fundación Reguemos Chile, contempla la creación de una carretera hídrica, la cual tiene como objetivo aumentar la oferta del recurso hídrico en las regiones con mayor desbalance. El segundo proyecto, propuesto por el gobierno mediante la Comisión Nacional de Riego, es el Plan de infiltración de acuíferos.

6.1 Iniciativa Privada: La Carretera Hídrica

La Carretera Hídrica consiste en un Proyecto que permite transportar agua desde el sur del país, aprovechando los excedentes invernales, con el objetivo de mantener una producción de alimentos estable. Esta, se ve amenazada principalmente por la deficiencia de infraestructura hídrica del país, además de las condiciones climáticas mencionadas previamente y una gestión del recurso con escaso énfasis en la sustentabilidad (Corporación Reguemos Chile, 2019).

El proyecto requiere una inversión de US\$6 MM y su objetivo es regar aproximadamente 324 mil hectáreas, duplicando la cantidad de hectáreas cultivables de nuestro país, de esta forma se impulsaría el desarrollo agroindustrial, potenciando su capacidad exportadora. La puesta en marcha contempla, el retiro de aguas invernales desde las regiones del Biobío, que constituirán los aportes de la Carretera Hídrica con un caudal de transporte que varía entre los 40 m/s y los 120 m/s, el cual depende principalmente del caudal de los ríos y del excedente de agua. Los retiros de agua se realizarán durante los meses de máxima disponibilidad hídrica y menor demanda, es decir entre los meses de mayo a noviembre, respetando siempre los caudales de cada cuenca y la variabilidad meteorológica de cada período (Corporación Reguemos Chile, 2019).

No obstante, uno de los grandes desafíos de este Proyecto es ir rellenando los embalses del Biobío hacia el norte, los que actualmente ocupan un 20% de su

capacidad en algunos meses del año y que, en algunos casos, en años de extrema sequía, como lo ocurrido en la última sequía de 2010 - 2015, llegan al 0%. De esta manera, se busca rentabilizar la inversión en infraestructura de embalses realizada en el pasado por el Estado, dado que el país cuenta con importantes inversiones de este tipo que hoy están siendo subutilizadas (Corporación Reguemos Chile, 2019).

6.2 Plan Nacional de Recarga de Acuíferos

Dentro del marco de las soluciones propuestas, es posible destacar el Plan Nacional de Recarga de Acuíferos propuesto por la Comisión Nacional de Riego (CNR). Esta técnica consiste en la introducción de agua en el acuífero de manera no natural con el objetivo de incrementar la disponibilidad y/o mejorar la calidad de las aguas subterráneas (Custodio y Llamas, 1983). Los objetivos de la recarga artificial son, entre otros, reducir la intrusión del agua marina, almacenar el agua, mejorar la calidad del agua a través del tratamiento suelo-acuífero o geopurificación, y usar los acuíferos como sistemas de transmisión de agua (Bouwer, 2002).

Para llevar a cabo este tipo de proyecto, se requiere una inversión inicial de MM\$250 por cada cuenca hidrográfica y entre las medidas específicas de este plan se pueden mencionar las siguientes: disposición de recursos públicos para fomentar la inversión privada en obras de recarga, principalmente asociadas a la sustentabilidad de los acuíferos, realización de proyectos de recarga de acuíferos con fondos públicos y el fortalecimiento de Comunidades de Aguas Subterráneas (CNR 2019).

No obstante, un problema al momento de llevar a cabo esta política es la falta de regulación. Un ejemplo de esto es la ausencia en relación sobre quien recaerán las responsabilidades en caso de daño al momento de recargar el acuífero (Rojas 2019). Por otro lado, este tipo de prácticas debe ser clara en la calidad del agua a infiltrar o los derechos de aprovechamiento sobre las aguas infiltradas (Cortez 2012). Por último, si bien la infiltración de acuíferos es una solución al problema de

la escasa oferta hídrica, esta no pone énfasis en hacer más eficiente la demanda del recurso.

6.3 El caso de Israel

En el extranjero, destaca el caso de Israel, país asentado en medio del desierto. Mediante el desarrollo de tecnologías ha logrado aumentar la eficiencia hídrica. La tecnología destacada es el regadío por goteo, el cuál tiene muchas ventajas sobre otros métodos de irrigación. Para llevarlo a cabo, el agua es suministrada directamente a la raíz en vez del área total del campo, por lo tanto, existe un menor consumo de agua. De esta forma la cantidad de agua proporcionada a los cultivos puede llegar a niveles óptimos dependiendo de los diferentes tipos de suelo. La eficiencia de este método se debe a la relación entre la cantidad del agua aprovechada por la planta y la cantidad de agua aplicada.

Desde principios de la década de 1950, se han invertido esfuerzos intensivos en investigación de riego. Se descubrió que el uso del agua es mucho más eficiente en el riego a presión que en el riego de superficie. Se estableció una industria de equipos de riego, principalmente en kibutzim, que desarrolló tecnologías y accesorios innovadores como el riego por goteo (superficie y subsuelo), válvulas y controladores automáticos, medios y filtración automática, rociadores de baja descarga y mini rociadores, goteros compensados y rociadores. La mayor parte del riego está controlado por válvulas automáticas y controladores computarizados. Debido a la división en parcelas y las duras condiciones topográficas, solo las áreas limitadas pueden ser irrigadas por sistemas mecanizados, como el riego por pivote. La innovadora industria del riego tiene una reputación mundial y se exporta más del 80 por ciento de su producción.

En 2004, se equiparon 225.000 hectáreas para riego en Israel y el riego localizado (principalmente riego por goteo) suministra más del 75 por ciento del área irrigada total. En los últimos cincuenta años, la aplicación anual promedio de agua por hectárea ha disminuido de 8.000 m³ a 5.000 m³, mientras que la agricultura se ha extendido a las regiones más áridas del sur y el este (FAO, 2005)

La producción en condiciones protegidas se ha convertido en la principal forma para que los productores israelíes garanticen un suministro constante durante todo el año de productos de alta calidad, al tiempo que minimizan el uso de productos químicos. El área total cubierta con invernaderos, casas de sombra y túneles de acceso aumentó de 900 hectáreas en la década de 1980 a aproximadamente 6.800 hectáreas en 2005, con 4.000 hectáreas para hortalizas y 2.800 hectáreas para floricultura, lo que representa un crecimiento promedio anual de 5 ha. al 8 por ciento. El tamaño promedio de la granja es de 4 ha para la producción de hortalizas y 1,2 ha para la producción de flores (FAO, 2005).

6.4 Uso de las TIC's en la eficiencia hídrica: La eficiencia hídrica en Almería

La provincia española de Almería ha enfrentado un periodo de escasez hídrica que la ha llevado a enfrentar pérdidas en su producción agrícola. Un ejemplo de esto es el 95% perdido de las cosechas totales de cereal, lo cual se suma a la disminución de los pastos, esto impacta directamente al rubro ganadero, debido a la disminución de forraje disponible para el ganado (FIA, 2015).

Con el objetivo de revertir este panorama y con el financiamiento de la Unión Europea, se ha puesto en marcha un sistema inteligente capaz de vincular las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) con la eficiencia energética. La plataforma UrbanWater, desarrollada por Aqualia, permitirá un uso más responsable del agua, contribuyendo a que las empresas de suministro se adapten a la demanda de sus habitantes (FIA, 2015).

El proyecto consta con la instalación de mil contadores inteligentes. Estos permiten a los agricultores evaluar su consumo de agua en tiempo real y realizar los ajustes convenientes en sus hábitos de consumo. La tecnología desarrollada, permite ensayar y validar innovaciones, como por ejemplo la facturación automática. Al mismo tiempo, los usuarios poseen un mayor control sobre el uso de servicios como el abastecimiento hídrico gracias a notificaciones, alertas y mensajes móviles que reciben en sus *smartphones* a través de una aplicación.

La inversión requerida es de aproximadamente tres millones de euros y tiene como objetivo la utilización de las TIC para mejorar la gestión hídrica en conjunto con la cadena de suministro de zonas urbanas. Paralelo a esto, se perfeccionan los sistemas de gestión de datos y detección de escapes del recurso hídrico, lo que garantizará un consumo eficiente del recurso (FIA, 2015).

6.5 Telemetría y riego en la producción de pisco

En la búsqueda de la eficiencia hídrica, el equipo de trabajo del Centro Regional de Estudios Agronómicos de la Universidad de Chile, en las temporadas 2016 y 2017, desarrolló una estrategia para optimizar el tiempo y frecuencia de riego, mediante información objetiva y específica de cada predio y utilizando modernas tecnologías para la monitorización del contenido de agua del suelo, tales como sondas de lectura continua y discontinua, telemetría y plataforma on-line de gestión Drop-Control para el control de riego en tiempo real. De esta forma se logró una reducción promedio del gasto hídrico en un 21%, con máximas de hasta un 50% de ahorro del recurso, incrementando el uso eficiente del agua de riego en conjunto con una disminución proporcional en el gasto energético (Callejas et. Al. 2019).

En este proyecto, la telemetría consiste en la programación del riego desde un ordenador o una aplicación en un teléfono, en función de estaciones meteorológicas u otros elementos técnicos. Existen mecanismos como los sensores de humedad en el suelo que, al ser conectados a un registro de datos y vinculados a un celular o computador, permiten transmitir información referente a cómo se mueve el agua en el suelo. Además de tecnologías que permiten controlar y sistematizar la agricultura a través del monitoreo y control de riego, sondas de humedad de suelo, estaciones meteorológicas, válvulas inalámbricas, pozos, gestión y control de heladas, entre otras herramientas (Callejas et. Al 2019).

La inversión en telemetría ronda los US\$100 por hectárea, el cual incluye el monitoreo de riego. Sin embargo, en el caso de soluciones más completas, como

lo sería la adición de sensores de humedad de suelo o estaciones meteorológicas y control de riego con válvulas inalámbricas, la inversión puede llegar a los US\$ 300 por hectárea (Callejas et Al 2019).

6.6 El caso de Limarí y los OUA

Junto con el problema de la escasez, cabe destacar la deficiencia con que las organizaciones de usuarios de agua (OUA) operan en el país como una de las causas principales de este fenómeno. Esto se explica por la naturaleza del Código de Aguas (CA) de 1981, el cuál otorgó la gestión de los recursos hídricos a los propios usuarios, sin embargo, omitió la asistencia profesional en materias administrativas.

Esto se traduce en que solo el 40% de tales agrupaciones, donde es posible mencionar las juntas de vigilancia, las asociaciones de canalistas y las comunidades de agua, cuenta con una gestión profesional y eficiente, mientras que el resto suele operar de forma inorgánica e individual, por lo que no existe una gestión integrada de recursos hídricos y mucho menos se consideran las externalidades que puedan aparecer a futuro (FIA 2015).

Para solucionar esta deficiencia en la Cuenca del Limarí se ha utilizado el software WEAP (Water Evaluation and Planning). Un sistema de gestión operacional para las aguas de la cuenca, cuyo objetivo es entregar una planificación integrada del recurso hídrico a fin de asistir a las OUA, entregando herramientas de auto-gestión y auto-administración a las organizaciones. El proyecto contempla la asignación de recursos hídricos en un periodo determinado, lo que conlleva tomar en cuenta aspectos jurídicos, económicos e hidrológicos, por medio del diagnóstico de las deficiencias presentes en el embalse (FIA 2015). El software WEAP es gratuito para organizaciones gubernamentales o sin fines de lucro y posee un costo de US\$3.000 bianual para consultoras (FIA 2015)

En los estatutos de las OUA se establecen los marcos de operación en términos generales. Una de sus funciones es la fiscalización que no se realice una extracción de agua mayor que la correspondiente a los usuarios, no obstante, los

estatutos no clarifican el método de fiscalización o el modo de operar en caso de sobre-extracción (FIA 2015).

Una herramienta innovadora, que entregará certezas indispensables para planificar los sistemas productivos. De este modo, de acuerdo a las proyecciones pluviométricas, se podrán tomar decisiones estratégicas fundadas, como modificar las reglas de funcionamiento del embalse, cambiar el patrón de cultivos, o implementar técnicas más eficientes de irrigación, entre otras.

7. Análisis de eficiencia y factibilidad política

Para llevar a cabo un análisis de la eficiencia de una política, primero debemos definirla. Para el desarrollo de este trabajo se entenderá como la maximización de el bienestar de las personas tal como lo interpretan los propios ciudadanos. Esto, en términos económicos se traduce como la maximización de la suma de las utilidades individuales o la maximización de los beneficios netos (Bardach 2016).

En primer lugar, cabe señalar que llevar a cabo una política pública como la carretera hídrica genera una gran incertidumbre en las comunidades aledañas a los acuíferos donde se extraería el agua, esto se debe a que una alteración en los recursos hidrográficos puede acelerar la situación de un desbalance hídrico, además su puesta en marcha requiere de una gran inversión económica, además de ser un plan a largo plazo, por lo que el escenario hídrico para aquel momento puede haber cambiado. En segundo lugar, como se mencionó previamente un plan de recarga de acuíferos requiere claridad en torno a los derechos de aprovechamientos de agua y a las responsabilidades en casos de llevar a cabo una mala gestión, por lo tanto, se puede correr un riesgo contaminando el acuífero, disminuyendo aún más la oferta hídrica en la respectiva cuenca.

En tanto, los sistemas de telemetría pueden generar mejoras en la eficiencia de la demanda del recurso. Esto se debe, a que los sensores permiten una información instantánea sobre el estado de los predios, además de poder combinarse con sistemas de riego por goteo y programas de modelamiento futuro, como el desarrollado en la cuenca del Limarí. Este proyecto permitiría una mayor fiscalización a los propietarios de los derechos de aprovechamiento de agua, lo

que otorgaría a las OUA llevar un control exacto del estado hidrográfico de las cuencas.

Sin embargo, para esto es necesario asegurar conexiones a Internet a lugares rurales de difícil acceso, fomentar la educación y capacitaciones con el objetivo de que pequeños agricultores puedan utilizar los sistemas de la mejor forma. Por otro lado, es necesario un plan de fomento al desarrollo de las TIC's como política pública.

En tanto, la factibilidad política, Bardach (2016) menciona que una política viable debe ser políticamente aceptable, o al menos no inaceptable. A su vez, la inaceptabilidad política es definida por el autor como demasiada oposición, la cuál puede ser amplia, intensa o ambas y muy poco apoyo, el cuál puede ser reducido, muy poco intenso o ambas.

En base a este criterio, es posible considerar el proyecto de carretera hídrica como poco factible, debido a la oposición de diversos actores como las asociaciones de canalistas y fundaciones ecologistas, esto se debe a la destrucción de fauna nativa en aquellos lugares donde se extraerá el recurso. En una línea similar se encontraría el plan de recarga de acuíferos, debido al impacto que conlleva el traslado de agua y la carencia de un marco regulatorio. Cabe realizar la siguiente pregunta ¿Ante un amenazante escenario de escasez hídrica que región quisiera ver disminuida la oferta de este recurso?.

Finalmente, un plan nacional de fomento a las TIC's combinada con técnicas de riego por goteo, ofrecen una mejor gestión del recurso a los usuarios permitiendo a la vez estimar la cantidad necesaria de uso de agua a futuro, lo que permite proyectar cosechas de mayor eficiencia. De esta forma, se llevaría a cabo una política pública de excelencia instalando instrumentos y mecanismos de calidad para la toma de decisión a futuro, además de la posibilidad de levantar información acuciosa en tiempo real, lo que permitiría a las instituciones como la Dirección General de Aguas y la Comisión Nacional de Riego desarrollar planes específicos en cada cuenca hidrográfica.

8. Propuesta

Debido a que el cambio climático, caracterizado por el aumento de la población global, limitación de recursos y problemas medioambientales como el actual escenario de la escasez hídrica, es un tema central para la agenda de desarrollo agrícola, las TIC's pueden ser empleadas para apoyar esta industria de forma inteligente, fomentando la productividad sustentable, reduciendo la emisión de gases de invernadero y disminuyendo la contaminación del agua.

En base a esto, surge la propuesta de desarrollar un sistema interconectado de distintas tecnologías en la cuenca del río Maule. Estas se enfocarían, en primer lugar, en el uso sustentable del recurso por medio de la interconexión de los proyectos de telemetría, tomando en consideración las experiencias analizadas previamente en la provincia de Almería y en la producción de pisco en la IV Región, y los proyectos de riego por goteo, de los cuáles Israel es pionera. En segundo lugar, se requiere de la implementación del software WEAP, el cuál permite modelar los potenciales escenarios hidrológicos y estimar la necesidad hídrica en las diversas cuencas, además de ofrecer mejoras en las acciones de fiscalización a los usuarios de derechos de aprovechamiento de agua.

Para llevar a cabo este proyecto, se requiere la colaboración del sector privado y público. Se considera relevante, un enfoque *smart* en los proyectos realizados por la Comisión Nacional de Riego, esto a su vez requiere de la coordinación con la Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (SUBTEL) para asegurar el acceso a Internet en sectores rurales. El sector privado, mediante las comunidades universitarias, como lo demostraron los casos previamente analizados, o, a través, de empresas serán los encargados de desarrollar el proyecto.

8.1 Plan de trabajo

Tomando como base la propuesta realizada previamente, el plan de trabajo consiste en generar una licitación pública del desarrollo de un sistema que permita conectar telemetría, riego por goteo y el software WEAP. De esta manera, los

actores claves para desarrollar la propuesta son el Ministerio de Agricultura, específicamente, la CNR, el Ministerio de Obras Públicas, donde destaca la Dirección General de Aguas y la SUBTEL, dependiente del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. En el sector privado, destacan empresas que brinden servicios de monitoreo como SITE Chile, Agrapp. Entre otros. Además de la necesidad de vincular con universidades que han desarrollado este tipo de proyectos como es el caso de la Universidad de Chile, Universidad Católica y Universidad de la Frontera.

Bajo esta lógica, el plan de trabajo constará de cuatro fases: negociación, licitación, asesorías e implementación. En primer lugar, la fase de negociación se trata de una negociación previa entre la CNR y las empresas y/o universidades que brinden el servicio. La segunda fase comprende el lanzamiento de una licitación pública con un presupuesto \$90.000.000 pesos para el ganador de la licitación. Este proceso se extenderá por tres meses. La tercera fase, el ganador de la licitación contará con tres meses de asesorías por parte de la CNR, la universidad ganadora y la Intendencia de la región del Maule con el objetivo de entregar los antecedentes, necesidades y objetivos correspondientes al proyecto. Finalmente, en la última fase, correspondiente a la implementación, se estipulan dos periodos de tiempo bajo una fase piloto de dos años cada una. Con esto se lograría establecer seis meses de prueba en la cual se puedan integrar las necesidades, preferencias y opiniones de los ciudadanos que utilicen esta aplicación.

9. Carta Gantt

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7-12
Asesorías con Empresas							
Asesorías con Universidades							
Asesorías con Universidades							
Asesorías con Universidades							
Asesorías con Universidades							
Asesorías con CNR							
Asesorías con Subtel							

10. Conclusión

El presente trabajo tiene como objetivo, en primer lugar, analizar las diversas alternativas al problema de la escasez hídrica y, en segundo lugar, realizar una propuesta *smart* con un enfoque sustentable que promueve el uso eficiente del recurso hídrico. La propuesta realizada, es el desarrollo de un proyecto interconectado de diversas tecnologías tomando como base el software WEAP, el uso de sensores y la aplicación de un riego por goteo, que permita modelar escenarios futuros, entregar información a la institucionalidad y a las OUA, además de generar un demanda eficiente del recurso.

Si bien, estas tecnologías se han puesto en prácticas en algunos sectores de Chile. La solución propuesta considera la interconexión como base para desarrollar el uso eficiente, además de proveer de mayor y mejor información tanto para los usuarios como para la institucionalidad, representada en el DGA. Estas tecnologías permite a los agricultores proyectar requerimientos de agua para sus cultivos, otorgando la posibilidad de tomar mejores decisiones a futuro, información acuciosa para las OUA, con el objetivo de realizar mejores fiscalizaciones a los usuarios que poseen derechos de aprovechamientos de agua e información actualizada a la DGA, lo que permitirá generar información consolidada.

Para llevar a cabo este proyecto se requiere, la existencia de una institucionalidad fuerte, que fomente el trabajo interministerial, condición clave para afrontar los desafíos del presente, esto se debe a que una política como esta, requiere el trabajo del Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Además del sector público, se requiere una coordinación con el sector privado, tomando en cuenta aquellas empresas que otorgarán el servicio y centros de estudios, que permitirán el desarrollo de este trabajo.

11. Bibliografía

Agriculturers. 2018. Qué es la agricultura inteligente?. Disponible en:

<https://agriculturers.com/que-es-la-agricultura-inteligente/>

Banco Mundial. 2016. High and dry, climate change, water and the economy.

Water Global Practice. Disponible en:

<http://documents.worldbank.org/curated/en/862571468196731247/pdf/105130-REVISED-K8517.pdf>

Bardach, Eugene y Patashnik, Eric M. (2016). A Practical Guide for Policy Analysis: The Eightfold Path to More Effective Problem Solving. Fifth edition. Washington, D.C.: CQ Press.

Beecham Research. 2014. Towards Smart Farming: Agriculture Embracing the IoT Vision. Disponible en:

<http://www.beechamresearch.com/files/BRL%20Smart%20Farming%20Executive%20Summary.pdf>

Belloch, Consuelo. 2017. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Disponible en: <https://www.uv.es/~bellohc/pdf/pwtic1.pdf>

Bouwer, Henry. 2002. Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering. Hydrogeology Journal, volume 10, nº2, abril 2002.

Cabero, Julio. 1998. Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas. En Enfoques en la organización y

dirección de instituciones educativas formales y no formales, coords. Lorenzo, M. y otros, 197-206. Granada: Grupo Editorial Universitario.

Callejas, Rodrigo., Saavedra, Rolando., Seguel, Oscar., Bustamante, Chris., Camilla, David. 2019. El Internet de las cosas como herramienta para enfrentar la sequía provocada por el cambio climático en la producción de uva para pisco. *Aqua-LAC* 11 (1) 1-16

Castro, Juan. 2016. Sistema de riego autónomo basado en el Internet de las cosas. Tesis de Máster., Dirección e Ingeniería de Sitios Web.

Cortez, Freddy. 2012. Recarga Artificial de Acuíferos Mediante Pozos de Infiltración Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile.

Costa, Ezio. 2016. Diagnóstico para un cambio: los dilemas de la regulación de las aguas en Chile, *Revista Chilena de Derecho*, vol. 43 (1). Pp. 335 – 354. doi: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34372016000100014>.

Custodio, Emilio y Llamas, Manuel. 1983. Hidrogeología subterránea. Barcelona. Ed Omega. 2 vols.

DGA. 2014. Balance de gestión integral año 2014. Disponible en: http://transparencia.dga.cl/documentos/BGI_DGA_2014_VC.pdf

FAO. *Ver_Que* es la agricultura climáticamente inteligente. Disponible en: <http://www.fao.org/climatechange/epic/que-hacemos/que-es-la-agricultura-climaticamente-inteligente/es/#.XdhSqUVKimE> (Consultada el 22 de noviembre 2019).

--. (2015). AQUASTAT Country Profile Chile. Disponible en: <http://www.fao.org/aquastat/en/countries-and-basins/country-profiles/country/CHL>

--. (2008). AQUASTAT Country Profile Israel. Disponible en: <http://www.fao.org/aquastat/en/countries-and-basins/country-profiles/country/ISR>

FIA. 2015. Innova + Agro. Disponible en: http://www.fia.cl/wp-content/uploads/2018/03/N_2_Revista_Diciembre_2015.pdf

Fundación Newenko. 2019. Escasez Hídrica en Chile: Desafíos para el Consumo Humano y Perspectivas en Modelos Comparados.

Instituto Nacional de Estadística. 2018. Síntesis de resultados Censo 2017, Chile. Disponible en: <https://www.censo2017.cl/descargas/home/sintesis-de-resultadoscenso2017.pdf>

Instituto Nacional de Hidráulica. 2016. Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica. Santiago, Chile.

Martín, Liber & Pinto, Mauricio. 2015. Escasez Extraordinaria y Derecho de Aguas. Revista de Derecho Administrativo Económico, N° 20 [enero-junio 2015] 147-164.

Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Disponible en https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/07/plan_nacional_climatico_2017_2.pdf

Nagel, José. Y Martínez, Camilo. 2006. Chile: Agricultores y Nuevas Tecnologías de Información.

Organización Meteorológica Mundial. 2006. Vigilancia y Alerta Temprana de la Sequía: Conceptos, Progresos y Desafíos Futuros

Padilla, Esther. 2012. La construcción social de la escasez de agua. Una perspectiva teórica anclada en la construcción territorial, Revista Región y Sociedad, N° 24, 3 especial, pp. 91 – 116. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18703925201200600004&lng=es&tlng=es

Pérez, Adriana., Milla, M. y Mesa, M. 2006. Impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la agricultura. Cultivos Tropicales 27 (1), 11-17.

Recabarren, Oscar. 2016. El estándar del derecho de aguas desde la perspectiva del derecho internacional de los derechos humanos y del medio ambiente, Estudios constitucionales, vol.14 No.2, pp. 305 – 346. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-52002016000200010>

Rojas, Calderón. 2019. Aspectos jurídicos sobre la Recarga Artificial de (RAA). Revisión desde el derecho de aguas chileno, con referencia a España y Australia. Revista Ius et Praxis, Año 25, N° 2, 2019, pp. 151 - 188

Sánchez, Ana. 2019. Agricultura Inteligente Como Oportunidad de Negocio. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/333206954>

Schulte, Peter. 2014. Defining Water Scarcity, Water Stress, and Water Risk: It's

not just Semantics. The Pacific Institute. Disponible en <http://pacinst.org/water-definitions/>

Tapia, Felipe. 2018. Regulación de la sequía en Chile: Análisis Normativo de la Declaración de Escasez del Artículo 314 del Código de Aguas. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7764/redae.29.5>

World Resources Institute (WRI). 2015. Ranking the world's most water stressed countries in 2040. Disponible en: <http://www.wri.org/blog/2015/08/rankingworld%E2%80%99s-most-water-stressed-countries-2040>



ESCASEZ HÍDRICA EN SAN PEDRO DE MELIPILLA

¿Cómo se puede solucionar el problema?

SERGIO MANUEL MUÑOZ CATALÁN

Paper de profundización del Seminario “Política Social y Nuevos Riesgos Sociales” para optar al grado de Licenciado en Ciencia Política

Profesora Guía: Natalia Testa

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES E HISTORIA UDP
ESCUELA DE CIENCIA POLÍTICA

Santiago, Chile

2020

Tabla de contenidos

1. Introducción	30
2. Problematización y justificación	32
3. Objetivo Específico	33
4. Metodología	34
5. Desarrollo.....	34
Contextualización de la problemática en Chile	35
5.2 Conceptualización de la escasez hídrica	37
5.3 El rol del Estado y el Mercado	37
5.4 Respuesta institucional	40
5.4.1. Municipalidad – Consejo Municipal.....	40
5.4.2. Ministerio de Agricultura: Comisión Nacional de Riego – Transferencia de conocimiento.....	40
5.4.3 Ministerio de Obras Públicas: Dirección General de Aguas – Transferencia de conocimiento. Eje de declaración Zona de Escasez Hídrica en la comuna de San Pedro de Melipilla	41
5.5 Identificación y descripción de las alternativas de política social disponibles en el país	42
5.6 Identificación y descripción de las alternativas de política social disponibles en el país: el caso de Israel	44
5.7 Identificación y descripción de las alternativas de política social disponibles: el caso de Australia	46
6. Análisis de factibilidad política y social de las alternativas	47
7. Selección de la alternativa	50
8. Conclusiones	50
9. Bibliografía	52

Resumen

En la presente investigación se analizará la respuesta institucional por parte del Estado ante los impactos de la escasez hídrica en la comuna de San Pedro de Melipilla y posibles soluciones que se han llevado a cabo en el extranjero y se podrían replicar en este caso. Es posible observar cómo las directrices de sustentabilidad y equidad no son abordadas a cabalidad desde la institucionalidad, lo que ha generado un territorio con importantes casos de inequidades, como la falta de acceso de agua para su consumo, la disminución en la producción de pequeños agricultores y el aumento del precio en los productos agrícolas en las zonas con problemas de escasez. Las recomendaciones serán determinadas mediante criterios de factibilidad política y social, tomando como ejes la sustentabilidad y equidad ambiental.

Palabras clave: escasez hídrica, sequía, San Pedro de Melipilla, medioambiente, sustentabilidad.

1. Introducción

Actualmente la demanda por agua en el mundo excede la disponibilidad de este recurso para responder a su consumo. Sumado a esto, la carencia de agua limpia se ha transformado en un problema para diversos sectores de la población. Otro factor de riesgo es la disminución en las precipitaciones en muchas partes de nuestro país debido al cambio climático, esto acentúa aún más el problema de la escasez hídrica (Newenko 2019).

Se estima que para el año 2050, 3,9 mil millones de personas, es decir, más del 40% de la población mundial, vivirá en cuencas hidrográficas con estrés hídrico (OCDE 2012). De acuerdo al Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA 2018), la escasez hídrica sucede cuando la demanda de agua es más grande que la cantidad disponible durante un periodo determinado de tiempo o su uso se restringido por su baja calidad. Por lo tanto, la calidad y disponibilidad del agua se han convertido en un requisito obligatorio para sostener la vida planetaria, lo que se logrará a través de cambios sustanciales en la forma en cómo se utilizan y gestionan los recursos hídricos (Newenko 2019).

En Chile el volumen de agua procedente de precipitaciones escurridas por cauces en todo el territorio nacional es de 53.000 m³ por persona, dato que supera en 8 veces la media mundial de 6.600 m³ por habitante al año, y en 25 veces el mínimo de 2.000 m³ por habitante al año (MOP 2012). La disponibilidad de agua dulce para uso humano, ya sea doméstico o productivo, presente en los distintos acuíferos del país comprende solo un 0,62% del total de agua dulce a nivel nacional (MOP 2016).

Además, la creciente presión demográfica y la excesiva demanda del agua como factor productivo explican el actual escenario de escasez hídrica. Si a esto se suma la incapacidad de garantizar el acceso al agua a toda la población, lo cuál, entre otras cosas, se debe a problemas de gestión, como una legislación y estructuras institucionales e instrumentales deficientes sustentadas en el Código de Aguas, los efectos de la escasez en el país se acentúan (Newenko 2019).

El objetivo de esta investigación es, mostrar la relación existente entre las

deficiencias en el acceso al agua en la población rural y analizar las posibles soluciones al problema de la escasez hídrica en la comuna rural de San Pedro de Melipilla y como estas pueden replicarse en otras ciudades del territorio nacional. Para esto, se analizarán los casos de Israel y Australia, debido a sus características climáticas y geográficas, ambos casos han implementado políticas reactivas y proactivas, tanto a nivel legal, institucional, informativo y tecnológico, destinadas a abordar el problema de la escasez hídrica.

Israel, por su proximidad al desierto, lo que se traduce en características climáticas y geográficas extremas, donde la mayor parte del territorio se caracteriza por presentar condiciones semiáridas y áridas, con un nivel de precipitaciones variables por época del año y por región, ve afectada la oferta en recursos hídricos. Similar es el caso de Australia, un país seco, dependiente de los principales depósitos de agua y riego. Esta condición ha originado que deba lidiar con desafíos de gestión de los recursos hídricos similares a los de nuestro país (Newenko 2019).

2. Problematización y justificación

El agua es un recurso cuya relevancia le ha otorgado el reconocimiento internacional de un derecho humano fundamental, en contraste con lo que sucede en Chile donde la legislación nacional sobre este recurso que no lo reconoce de esa forma. Lo anterior se debe al carácter de libre explotación de los recursos hídricos, esto genera que no existan mecanismos para garantizar un uso y gestión bajo el marco de la sustentabilidad (Newenko 2019). Debido a esto, muchas comunidades rurales de nuestro país ven limitado su acceso, viéndose vulnerados sus derechos humanos.

Dentro los problemas presentes en materia de escasez hídrica, es posible mencionar el modelo de gestión del agua, favorecido por el marco jurídico establecido en el Código de Aguas, y centrado en criterios de asignación y transacciones de mercado, lo que se traduce en que los recursos hídricos sufren una fuerte presión en aquellas zonas donde es más escaso. Esto se debe a que

los criterios de libre competencia han favorecido la concentración de la propiedad para el uso productivo, ya sea eléctrico, minero y agropecuario, lo que perjudica el acceso al recurso para la mayor parte de la población (Larrain 2006).

El Código de Aguas establecido en 1981 ha generado un modelo de asignación de aguas con una serie de dificultades. En primer lugar, como se mencionó en el párrafo anterior, genera problemas para el abastecimiento primario y el desarrollo social. Un segundo problema, son los riesgos en la disponibilidad, sustentabilidad y equilibrio ambiental de las fuentes hídricas. Una de las razones que permite explicar estos problemas son los derechos asignados a usuarios privados, los cuáles no poseen costo, se otorgan por periodos indefinidos de tiempo y son de carácter heredables, por lo que el rol del Estado ha quedado reducido a facilitar el funcionamiento de este sistema (Newenko 2019).

La naturaleza jurídica de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) para el sector privado en nuestro país, son de carácter indefinido y transmisible, contrastan con la inexistencia de una garantía de acceso al agua para consumo humano. De esta forma, el marco institucional designa que todos los usos del agua son igualmente prioritarios para efectos de la constitución de derechos (Newenko 2019), sin establecer una distinción entre las prioridades en sus usos esenciales.

Es importante mencionar que este escenario se genera a partir de la conjugación del factor climatológico expresado en la disminución de las precipitaciones junto con el importante desarrollo del sector agropecuario en la zona de la cuenca del Río Maipo, el cual traduce este contexto de escasez hídrica en problemas de cesantía, pobreza e incertidumbre con respecto al futuro de las comunidades debido al escaso acceso al consumo de este servicio básico y la sugestión constante de contaminación de las aguas (Newenko 2019).

3.1 Objetivo General

Proponer alternativas de solución al problema de escasez hídrica en la comuna de San Pedro de Melipilla tomando como base criterios de sustentabilidad

3.2 Objetivo Específico

- Describir la respuesta institucional en torno al estado de escasez hídrica en la comuna de San Pedro de Melipilla durante el periodo 2010-2018
- Describir las diversas soluciones en materia de política pública al problema de la escasez hídrica en los casos de Israel y Australia.
- Analizar la factibilidad política de llevar a cabo las soluciones realizadas en el extranjero.

4. Metodología

Para el desarrollo de este seminario avanzado se utilizarán herramientas cualitativas de investigación. Para el primer objetivo, se identificarán los actores claves de la institucionalidad encargados de gestionar soluciones planteadas, tanto desde el gobierno como la autoridad municipal para enfrentar la Escasez Hídrica. Posteriormente se llevará a cabo una lectura de bibliografía primaria con el objetivo de dar cuenta de las acciones frente al problema de la escasez.

Para la realización del objetivo N°2 se revisará bibliografía primaria y secundaria que permita dar cuenta las diversas soluciones de política pública planteadas por los Estados de Israel y Australia a los problemas de Escasez Hídrica.

Finalmente, para llevar a cabo el objetivo N°3 se analizarán mediante los criterios de eficiencia, equidad y factibilidad política, las soluciones descritas en el objetivo N°2. Esto permitirá realizar una correcta propuesta de alternativas de solución para el caso de San Pedro de Melipilla.

5. Desarrollo

El año 2010, mediante la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento de esta

son esenciales para la consecución de todos los derechos humanos. De esta forma, se exhorta a los Estados y organizaciones internacionales a proporcionar recursos financieros, a propiciar la capacitación y la transferencia de tecnología para ayudar a los países, en particular a los países en vías de desarrollo, a proporcionar un suministro de agua potable y saneamiento saludable, limpio, accesible y asequible para todos.

El reconocimiento del acceso al agua como un derecho humano universal por parte de los Estados y la comunidad internacional, expresa una voluntad de dar contenido y hacer efectivo ese derecho. A su vez, esto estimula a que los diversos actores lleven a cabo políticas integrales para satisfacer las necesidades humanas básicas y la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible³, impulsados por las Naciones Unidas.

El caso chileno cobra relevancia debido a las deficiencias en el acceso al agua para consumo humano en las localidades rurales. Esto conlleva a que las municipalidades deban invertir en camiones aljibes que reparten agua a la población y la pérdida de fuente laboral de pequeños agricultores, ya sea por la imposibilidad de regar sus cultivos y/o la muerte de ganado por falta de forraje para su alimentación.

5.1 Contextualización de la problemática en Chile

El cambio climático se está haciendo presente de manera clara en Chile. Esto se puede observar en la disminución en las precipitaciones y el aumento de la temperatura en hasta 5° C. a nivel nacional en los últimos diez años. Esto ha incidido en una reducción de un 23% en el caudal de la cuenca del río Maipo (Fundación Chile 2018), la cual comprende la totalidad del territorio de la Región Metropolitana, parte de la Región de Valparaíso y de la Región de O'Higgins.

El caso de estudio seleccionado es la comuna de San Pedro de Melipilla,

³ Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron adoptados en el año 2015 como la continuación de Los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Tienen como objetivo poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar la paz y prosperidad para el año 2030.

ubicada en la Provincia de Melipilla, región metropolitana. Su población es de 10 mil habitantes, quienes se distribuyen en comunidades rurales. Su principal actividad es la agrícola, centrándose en la producción de frutillas. Destaca también, la presencia de grandes empresas de alimentos, enfocados en la crianza de cerdos y el cultivo de viñedos. Según la proyección de Casen (2015) la tasa de pobreza comunal multidimensional llegará a 29,2% para el 2020. El porcentaje de personas sin acceso a los servicios básicos representa el 61,2% de los habitantes, lo cual se contrasta con el 8,7% en la Región Metropolitana (SIIS-T 2017).

Según la Formulación del Plan Marco de Desarrollo Territorial (Consultorías Profesionales Agraria Ltda 2015), los grandes problemas comprenden el acceso y gestión del agua. Específicamente,

Finalmente, al ser San Pedro de Melipilla una localidad rural semi-concentrada, se encuentra desprovista de las redes necesarias para el abastecimiento de agua potable a sus habitantes. Disminuir esta brecha es prioritario y significa un importante esfuerzo en materia de gestión y recursos dada la alta dispersión de la población a la que se debe entregar cobertura (MOP 2012)

La disminución sistemática de los recursos hídricos básicos en la comuna se ha generado, entre otras razones, por la falta de agua en los pozos de abastecimientos para el consumo en las comunidades rurales que la conforman. Esta disminución del recurso para el consumo humano y para el desarrollo productivo ha afectado a más de 1.500 familias, las cuales han sufrido una disminución en su calidad de vida, así como una crisis de empleabilidad (Coordinadora por la Defensa del Agua y la Vida 2019).

Los problemas se han agudizado con la operación y explotación de pozos que abastecen la industria agrícola emplazada en el sector. Para operar, estas empresas necesitan altos volúmenes de agua, los cuales son obtenidos de los mismos acuíferos que abastecen el consumo de las comunidades afectadas. Las empresas emplazadas son Ariztía, el fundo Longovilo S.A., la Agrícola Súper Ltda. (Agrosuper), la empresa Agrícola La Trinidad Ltda., y la empresa Agrícola Santa Rosa Ltda. (Coordinadora por la Defensa del Agua y la Vida 2019).

5.2 Conceptualización de la escasez hídrica

En esta investigación se optó por utilizar el concepto de escasez hídrica y no el de sequía, debido a que incorpora un enfoque socio-político que permite explicar los problemas asociados a la escasez con las distintas actividades humanas. Bajo esta perspectiva la disminución de los recursos hídricos se explica principalmente por una mala gestión por parte la sociedad (Van Loon 2015). Por lo tanto, una de las causas principales que permiten explicar las condiciones de desequilibrio entre los recursos hidrográficos disponibles y su demanda es el impacto humano

Es posible, a su vez, caracterizar los fenómenos de escasez hídrica como un problemas de connotación política (Machado 2010). Esto se debe a que no es la naturaleza la que ha disminuido el suministro de este recurso, sino que este fenómeno se produce por una gestión del agua caracterizada por una escasa sustentabilidad en su uso. A su vez, la escasez hídrica incide en la desigualdad socioeconómica, debido a la captación desigual de los recursos naturales por parte de la élite. De esta forma y amparado en un enfoque neoliberal, se establece que quienes poseen mayor poder adquisitivo son capaces de comprar los recursos naturales necesarios (Boelens 2010). El caso chileno es uno de los más claros debido a la gran cantidad de derechos de aprovechamiento de agua que poseen inversores privados.

Por lo tanto, el significado que le otorga la sociedad a sus recursos naturales determina los escenarios de escasez. En aquellos países que sus recursos son entendidos como un bien comerciable, como sucede en el caso chileno con el agua, donde sus derechos de uso son acumulados por privados, existirá una mayor probabilidad de que se generen situaciones de escasez. De esta forma, la gestión del agua debe ser comprendida cómo es políticamente designada, gestionada y distribuida por la sociedad (Machado 2010).

5.3 El rol del Estado y el Mercado

Con el objetivo de mejorar el acceso al agua apta para el consumo, así como el saneamiento y la gestión racional de este recurso, los Objetivos de Desarrollo Sostenibles han puesto el derecho al agua como un objeto de interés para los gobiernos y la sociedad civil. Es preciso entender que los estudios previos a la consideración del agua como un derecho universal, se realizaban desde la teoría social del servicio público, la cual consideraba al Estado como el garante de la prestación de este recurso (Capel 2000). No obstante, en los últimos años, la participación del sector privado ha cobrado mayor relevancia en la gestión de los servicios públicos como respuesta a la crisis del Estado de Bienestar y con el objetivo de proveer de forma más eficiente este recurso (Domínguez 2010).

En esta línea, los Estados han incentivado al sector privado, considerado como el único ente capaz de elevar la eficiencia y la calidad del servicio, además de convertirlo en una actividad financieramente autosuficiente, así como poder garantizar la continuidad de diversos proyectos y programas a largo plazo (Domínguez 2010).

De esta forma la gestión hídrica enmarcada en los mercados de agua, se traduce en la labor tecnocrática y eficiente del recurso, lo cual instituye un carácter políticamente neutral de su administración (Prieto, 2015). Esto se debe, a la creación de Códigos de Aguas que permiten la compra-venta de derechos de aprovechamiento de aguas, otorgándole al mercado la labor de asignación de aguas en la actividad económicamente más rentable (Budds 2009). Esto, generalmente está vinculado con las actividades económicas de exportación, tales como agricultura o minería

Desde la teoría del servicio público, el modelo de gestión de servicios básicos en manos del sector privado ha sido cuestionado por su incapacidad garantizar el acceso universal al agua, el ejercicio de funciones públicas sin control, y por la gestión no democrática del recurso (Helfrich et al 2006). Las reformas que han privatizado el recurso, condicionan las facultades del Estado en materia de gestión y supervisión (Frene y Núñez 2010; Domínguez 2010). De la misma forma, la descentralización que acompaña los procesos de privatización del agua (Larson y Soto 2008) no ha transferido poder a los gobiernos regionales y

locales, otorgándoles, tan solo, la posibilidad de ejecutar decisiones y políticas elaboradas por los gobiernos centrales (Barton 2013).

La revisión realizada por el PNUMA (2006) muestra que la tendencia mundial a principio del año 2000 era el regreso de la gestión pública del recurso hídrico a manos del Estado. Entre los motivos, destacan las excesivas tarifas establecidas por las empresas privadas, el monopolio ocasionado en las prestaciones de servicios, lo que a su vez determina una falta de seguridad y estabilidad en las inversiones de las empresas, así como una escasa definición de responsabilidades, tanto en el sector público y privado, lo que afectaba a los consumidores (Dominguez 2010).

En el caso chileno, las soluciones a la escasez de agua han sido abordadas por los Municipios y Gobernaciones mediante la compra de camiones aljibes para el abastecimiento de agua potable en aquellas localidades con escasez. Los esfuerzos estatales a nivel central para superar la escasez de agua son, por lo tanto, recientes y cuentan con medidas como una Comisión permanente sobre el agua, la desertificación y la sequía en la Cámara de Diputados en 2012 (Szigeti 2013), la asignación de un Delegado Presidencial para Recursos Hídricos en 2014 (Bauer 2015), la Política Nacional de Recursos Hídricos y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, entre otras series de medidas infraestructurales ante la sequía, tales como el Plan Nacional para la Sequía, a financiar con 150 millones de dólares.

El rol del Estado chileno en materia hídrica se ha visto reducido debido a los cambios instaurados en dictadura, por medio del Código de Aguas del año 1981, lo cual ha incidido en una visión económica del recurso hídrico. De esta forma, la legislación y desarrollo de políticas públicas han causado que la regulación del agua no se ajuste a satisfacer las necesidades sociales, políticas y económicas de todos los ciudadanos (Newenko 2019), sino más bien, se han transformado en una condición necesaria para impulsar la economía de exportación, especialmente la industria agrícola, así como el sector forestal y minero (Palomino-Schalscha et al. 2016).

Finalmente, cabe señalar que en aquellos lugares donde la infraestructura

de agua es escasa, lo que comprende las áreas rurales de nuestro país, donde la población debe recurrir a pozos de aguas subterráneas o camiones aljibes, se impacta en las oportunidades de desarrollo de aquél grupo de la población. Esta deficiencia impacta en múltiples dimensiones, desde lo económico, la salud, la educación y la equidad de género (Fundación Amulén 2019). Por lo tanto, es un desafío del Estado y las políticas públicas, garantizar el acceso al agua la población disminuyendo las inequidades que revisten esta vulneración.

5.4 Respuesta institucional

5.4.1. Municipalidad – Consejo Municipal

En base al PLADECO (2012) de la Municipalidad de San Pedro de Melipilla, se destaca en materia medioambiental la generación de un plan de trabajo municipal que permita mejorar y articular de forma más eficiente, las instituciones que trabajan en temáticas medioambientales con las empresas agroindustriales y la comunidad. De esta forma la comuna disminuiría sus niveles de contaminación.

A pesar de la necesidad de las comunas de trabajar a favor de la disminución de los niveles de contaminación, lo expresado previamente en el PLADECO resulta ambiguo, esto se debe al nulo énfasis en el tipo de contaminación que se busca disminuir. Por otro lado, considero que una comuna de marcada tendencia agrícola requiere de proyectos medioambientales enmarcados en la sustentabilidad en la demanda agua para riego.

5.4.2. Ministerio de Agricultura: Comisión Nacional de Riego – Transferencia de conocimiento.

La Comisión Nacional de Riego tiene como objetivo principal asegurar el recurso hídrico para el riego, a través de la inversión en infraestructuras y obras, así como transferencia de conocimiento a los agricultores. Cuenta además con un instrumento legal que es la Ley 18.450, la cual establece bonificaciones en los

costos de estudios, construcción y rehabilitación de obras de riego o drenaje, así como de proyectos integrales de riego; inversiones en equipos y elementos de riego mecánico (Ministerio de Agricultura 1985).

Mediante el programa “Transferencia para mejorar el uso de los recursos hídricos en la provincia de Melipilla” la Comisión Nacional de Riego capacitó a agricultores de la comunidad de San Pedro de Melipilla. La iniciativa duró dos años y significó una inversión de más de \$216 millones. El proyecto incluye la regularización de más de 150 derechos de aprovechamiento de aguas para las comunas de Melipilla, San Pedro, María Pinto y Alhué, así como reforzar la postulación de proyectos de riego a la Ley N°18.450 y la captura tecnológica de experiencias exitosas factibles de ser replicadas en la provincia de Melipilla.

Este proyecto se enmarca en el Plan Marco de Desarrollo Territorial impulsado por el Gobierno Regional Metropolitano, el cual tiene como territorios prioritarios las comunas previamente mencionadas, debido a sus imperantes necesidades en materia de riego para la producción agrícola, rubro prioritario a nivel provincial.

5.4.3 Ministerio de Obras Públicas: Dirección General de Aguas – Transferencia de conocimiento. Eje de declaración Zona de Escasez Hídrica en la comuna de San Pedro de Melipilla

El acto de declarar una zona de escasez hídrica (ZEH), requiere de informes donde se describen las características hídricas de los sistemas de agua potable rural (APR), tales como el número de sectores, familias y personas afectadas por la escasez. Estos informes son redactados por el municipio y entregados cada de forma semestral a la Gobernación respectiva, en donde se transforman en un informe provincial de Déficit Hídrico. Respecto al aporte que puede realizar el Municipio, este se ve limitado al marco regulatorio establecido, no es posible saltarse entidades para agilizar la respuesta al problema, además de que los municipios cuentan con un presupuesto limitado (Sanhueza 2017).

En estas declaraciones de ZEH se decretan distintas medidas para poder

enfrentar el escenario adverso en el lugar afectado. Un primer punto corresponde a entregarle poder a la DGA para autorizar extracciones de aguas superficiales o subterráneas, desde cualquier punto durante los seis meses que se declara como ZEH, sin necesidad de constituir derechos de aprovechamientos y sin la limitación del caudal ecológico mínimo establecido en el Código de Aguas. Por otro lado también la Dirección General de Aguas podrá a petición, hacerse cargo de la distribución de las zonas declaradas con escasez en sectores con corrientes naturales o cauces artificiales que aún no se hayan constituido organizaciones de usuarios (Sanhueza 2017). A partir de la resolución de declaración de ZEH del año 2019, en San Pedro de Melipilla, es posible señalar una redistribución de la aguas por parte de los usuarios para poder abastecer las necesidades básicas de la población. Sin embargo, esta se realiza por medio de camiones aljibe, un hecho preocupante teniendo en cuenta que en aquellas comunidades con deficiencias en el suministro de servicios básicos ven afectado su desarrollo (Fundación Amulen 2019).

5.5 Identificación y descripción de las alternativas de política social disponibles en el país

El organismo más importante en la materia es la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas (DGA). Se trata de un ente normativo en materia de aguas y al cual le corresponden las funciones de la planificación del uso del recurso, otorgamiento de derechos de aprovechamiento, investigación, medición, conservación, policía, vigilancia y administración de todas las aguas del país, superficiales y subterráneas (FAO 2015).

El Estado tiene un papel restringido en su regulación y nulo en materia de transferencia. Sin embargo, a través de las distintas modificaciones hechas al Código de Aguas, principal marco regulador y normativo, se ha procurado controlar los potenciales efectos negativos sobre terceros y/o el medio ambiente de la constitución y ejercicio de los derechos de agua (FAO 2015).

Para poder enfrentar los estados adversos de escasez hídrica, Chile desde

el punto de vista normativo, posee dos instrumentos legales los cuales son empleados cuando lo ameritan las condiciones de sequía. Estos instrumentos legales permiten la intervención del Estado para gestionar soluciones y corresponden a:

1. Código de Aguas, poniendo especial énfasis en los incisos 1 y 2 del artículo 314. Los cuales establecen que, en épocas de sequía, el Presidente de la República, a petición o con informe de la Dirección General de Aguas, puede declarar zonas de escasez, por medio del “Decreto de Zona de Escasez Hídrica” por períodos máximos de seis meses, no prorrogables (Newenko 2019; Sanhueza 2017).

Este decreto se dicta con el objetivo de proveer determinadas herramientas a usuarios del agua y a la población en general para reducir al mínimo los daños derivados de la sequía. Para la población rural, estos decretos permiten la entrega de recursos de emergencia para las comunas, incluyendo la distribución de agua a través de camiones aljibes. Estos son contratados por las comunas, financiados por el gobierno regional, una vez que ha sido autorizado por el Ministerio del Interior (Subsecretaría del interior), si se cumplen algunos requisitos, como un informe que acredite la falta de recursos en un sector o sistema de Agua Potable Rural (APR) producto del déficit de precipitaciones, entre otros.

2. La Estrategia Nacional de Recursos Hídricos constituye la hoja de ruta que guía al país hacia el desarrollo económico y social, en el marco de un uso eficiente, sustentable y equitativo de los recursos hídricos con que cuenta Chile (MOP, 2013). Este plan de acción incorpora cinco ejes sobre los cuales se enmarcará el trabajo del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y la DGA.

Para el desarrollo de este trabajo destacan tres de los cinco ejes. En primer lugar se encuentra la gestión eficiente y sustentable del recurso. Destaca el trabajo en conjunto con las Asociaciones de Canalista y Comunidades de Agua y la fiscalización en los casos de sobre otorgamiento de derechos de agua y extracción ilegal de agua. En segundo lugar, una mejora en la institucionalidad, donde los perfeccionamientos se realizarán en materia de: (1) Aumentar las

facultades de fiscalización y (2) Simplificar los procedimientos para la regularización de derechos de aprovechamiento. En tercer lugar, destaca un plan de cobertura de APR Para lo cual, se efectuarán reservas de derechos de aprovechamiento que permitirán su asignación a sistemas de agua potable rural, en aquellos acuíferos y cauces en que aún exista disponibilidad del recurso (MOP 2013).

3. Derecho Real de Conservación Ambiental. Presente en la Ley N° 20.930 y vigente a contar del 25 de junio de 2016. Este cumple con el objetivo de ser una herramienta complementaria para la protección del patrimonio natural. Consiste en la facultad del propietario de un predio de constituir un derecho en favor de una persona natural o jurídica para conservar el patrimonio ambiental del sector, ya sea de los atributos o funciones de éste. Mediante dicho Decreto, se busca proteger y poner en valor la regularidad de los procesos ecosistémicos en beneficio del ser humano.

Como se mencionó previamente, Chile no es el único país con problemas de escasez hídrica. Destacan los casos de Israel y Australia, debido a sus características geográficas países han adoptado estrategias reactivas y proactivas tendientes a abordar el problema de la escasez hídrica. A continuación, se mencionaran diversas políticas implementadas por los respectivos países en orden de hacer frente a este problema medioambiental.

5.6 Identificación y descripción de las alternativas de política social disponibles en el país: el caso de Israel

Israel estableció en el año 1959 la Ley de Aguas, la cual en su artículo primero, dispuso que los recursos hídricos son de propiedad pública estatal bajo el control del Estado, y al servicio de las personas y de los planes de desarrollo del país (Ojeda, 2003). Dentro de las políticas implementadas se encuentra la asignación anual de cuotas de agua, escalas de precio variables según el sector, y el reciclaje de aguas servidas y explotación de aguas saladas (Ministerio de Asuntos Exteriores de Israel, 1959).

La Comisión del Agua, dependiente del Ministerio de Infraestructuras Nacionales (MNI), implementa la ley del agua, planifica, desarrolla, asigna y administra el agua, establece y revisa anualmente los precios del agua. con la aprobación de un comité parlamentario especial, de esta forma se garantiza un suministro de agua constante para todos los residentes de Israel (Newenko, 2019). Además, el Ministerio de Finanzas (MOF) y el Ministerio de Industria, Comercio y Trabajo (MITL) también poseen una fuerte influencia en el sector del agua (FAO 2015).

La máxima autoridad es el Comisionado de Aguas, que es apoyado por los Ministerios de Agricultura y el de Salud, se encarga de ejecutar los planes del gobierno y fiscalizar la correcta gestión del recurso (Ojeda 2003). De esta forma, la administración del agua se caracteriza por su carácter interministerial, por lo tanto, es analizada desde una perspectiva multidimensional.

Debido a que el agua se considera un bien nacional y está protegida por la ley, los usuarios reciben su asignación anual de la Comisión del Agua. Se mide todo el suministro de agua y el pago se calcula de acuerdo con el consumo y la calidad del agua. Los usuarios urbanos pagan tarifas mucho más altas por el agua que los agricultores, incluida una tasa de recuperación de agua. Los agricultores pagan precios diferenciales por el agua potable (Newenko 2019).

La Comisión de Agua asigna anualmente el 70% de la cuota de agua a los agricultores, para luego determinar la asignación del resto de acuerdo con la cantidad de precipitación (Ojeda 2003). Esto genera que los recursos hídricos no están sujetos a apropiación privada y que el gobierno tenga la función legal para fiscalizar la utilización de las aguas nacionales para el beneficio público y el desarrollo del país.

Las licencias para producción y provisión son entregadas por el Comisionado de Aguas. Estas indican, de forma pormenorizada por hora, día o temporada, la cantidad de agua que le está permitido al productor utilizar de acuerdo a particularidades propias de la región (Ojeda 2003). En materia de prioridades, el Comisionado de Aguas asegura la provisión de agua en el siguiente orden: (1) Uso doméstico, (2) Agrícola, (3) Industrial y (4) Transporte, comercio y

servicios.

Con el objeto de fomentar el ahorro de agua, el agricultor paga según el porcentaje de agua asignada que utiliza. La primera mitad de cada cuota de agua usada es menos costosa que la segunda mitad. Dada la escasez de agua en Israel, las penas por contaminación, daño a las obras hidráulicas y otras referidas al recurso hídrico son severamente castigadas. De la misma manera, los concesionarios de las licencias deben asumir muchos de los costos del sistema, como la instalación de los medidores y el registro del consumo (Ojeda 2003)

5.7 Identificación y descripción de las alternativas de política social disponibles: el caso de Australia

En el caso de Australia, mediante el “Commonwealth’s Water Act” se aprobaron cambios legislativos que permitieron que el agua de diversas cuencas fueran administradas de acuerdo con los intereses nacionales y no de privados (Newenko 2019). La normativa estableció un límite sustentable de extracción de agua en dicha cuenca, además de establecer un marco para una significativa inversión en recuperación de agua para el medio ambiente, a través de programas de compra de derechos de agua y proyectos de eficiencia hídrica.

La industria del agua en Australia ha sido tradicionalmente dominada por compañías públicas de provisión de servicios que normalmente operan a nivel estatal e incluso municipal dentro de un mercado monopolístico. En tanto, las compañías privadas compiten en un mercado dual. De este modo, por norma general, existe un número reducido de grandes empresas con fuertes capacidades tecnológicas y financieras, y un buen número de pequeñas empresas enfocadas en la Investigación y Desarrollo (I+D), normalmente locales, que tratan de satisfacer las necesidades de pequeños nichos del mercado. Las firmas extranjeras o el capital extranjero están muy presentes dentro del primer tipo de empresa (AWA 2011).

Dentro de la política nacional para combatir la sequía, se estableció el Esquema de Ajuste Rural (RAS), el cuál utiliza la aplicación de patrones de auto

sustentabilidad y eficiencia productiva a la asignación de subsidios en casos especiales, entre ellos la sequía (Newenko 2019). Gracias a esto, se presta asistencia a agricultores que demuestren un proyecto sólido de producción comercialmente eficiente y un uso sustentable del agua. Así también, se llevan a cabo programas de asistencia para la sequía, enfocados en mejorar los servicios brindando asistencia adicional a los agricultores.

El Departamento de Agricultura supervisa el Programa de Infraestructura y Uso Sostenible del Agua Rural (SRWUIP), programa nacional que invierte en el uso, la gestión y la eficiencia del agua rural, que incluye un mejor conocimiento del agua y la reforma del mercado, y la compra de agua para el medio ambiente. El Titular de Agua Ambiental de la Commonwealth puede aceptar las siguientes acciones:

1. Usar el agua para satisfacer las demandas ambientales identificadas.
2. Acopiar el agua para usarla en el próximo año, conocido también como "arrastre".
3. Comprar o vender cuotas de agua, por igual o mayor beneficio ambiental.

La Iniciativa Nacional del Agua (NWI) es un enfoque nacional cohesivo a la manera en que Australia administra, mide, planifica, cotiza y comercializa el agua. El objetivo de la NWI es lograr a nivel nacional un sistema compatible con el mercado y basado en la regulación y la planificación para la gestión de recursos de aguas superficiales y subterráneas para uso rural y urbano que optimice los resultados económicos, sociales y ambientales. La NWI está supervisada por la *Commonwealth's Water Act (AWA 2013)*.

6. Análisis de factibilidad política y social de las alternativas

El concepto de eficiencia se entiende como la maximización de el bienestar de las personas tal como lo interpretan los propios ciudadanos. Esto, en términos económicos se traduce como la maximización de la suma de las utilidades individuales o la maximización de los beneficios netos (Bardach 2016).

Es posible mencionar, en términos de eficiencia, que tanto las alternativas propuestas por el Estado australiano como el israelí pueden generar mejoras en la asignación de recursos. Esto se debe a la acción del *Commonwealth's Water Act* de trasladar el agua desde cuencas con un superávit hídrico hacia aquellas que se encuentran con déficit. Además, las acciones de compra-venta de cuotas hídricas permiten asignar recursos en aquellas comunidades donde existe una mayor escasez de este recurso.

Sin embargo, llevar a cabo una política pública como la impulsada por Australia requiere de instituciones encargadas de fiscalizar el correcto uso del recurso. Para conseguir esto es necesario otorgarle mayores facultades a la Dirección General de Aguas (DGA). Sumado a esto, el mercado de cuotas hídricas generaría incentivos a aquellos privados con sobre otorgamiento de derechos de aprovechamiento de agua para especular con estos, lo que recrudecería el panorama en materia de acceso al recurso.

Por su parte, el gobierno israelí al crear la Comisión de Agua determina las políticas en torno al agua, estableciendo cuotas y lineamientos de planificación, lo que permitiría una mayor eficiencia al momento de asignar recursos a productores y consumidores. No obstante, el hecho de que los consumidores domésticos paguen más que los productores agrícolas por el acceso al agua, complicaría aún más la situación de los usuarios en comunidades rurales.

En cuanto a la equidad, la Ley de Aguas establecida por Israel en el año 1959 dispone en primera instancia el carácter de propiedad pública estatal de los recursos hídricos, los cuales se encuentran bajo el control del Estado, y al servicio de sus ciudadanos y de los planes de desarrollo del país. Sin embargo, para llevar a cabo una creación como ésta, es necesaria una reforma en el Código de Aguas, que se ha visto ralentizada en el Congreso. Un ejemplo de esto, es el rechazo en la Sala del Senado a la idea de legislar sobre el proyecto de reforma constitucional que pretende consagrar las aguas del país como un bien de uso público.

En materia de factibilidad política, por un lado, llevar a cabo una política de agua como la australiana centrada en la gestión del recurso por cuencas, puede generar mayores distorsiones en el sistema debido a la compra-venta de cuotas

hídricas. Sin embargo, permite una solución en el corto plazo al caso estudiado, debido a que esto se podría generar manteniendo el estatus del agua como un bien privado. Por lo tanto, actores relevantes que han acumulado derechos de agua no objetarían la política, entre las que destacan asociaciones gremiales del sector silvoagropecuario como la Asociación de Exportadores (ASOEX) y la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA). A nivel provincial destacan las mencionadas previamente Juntas de Vigilancia, Asociación de Canalistas y Comunidades del Agua. Finalmente a nivel comunal se deben destacar los grandes y pequeños agricultores.

En tanto, las dos grandes asociaciones gremiales del sector, la ASOEX y SNA, han mostrado preocupación ante el escenario actual de escasez hídrica y sus posibles consecuencias. Una preocupación para ambas, es el resguardo de los DAA por parte del Estado. Ricardo Ariztía, presidente de la SNA, recalcó que la prioridad debe ser el consumo humano del agua, por lo que si los agricultores tenemos que sacrificar cultivos para abastecer a comunidades que lo requieran, lo vamos a hacer, tal como lo hemos hecho siempre y como lo establece la actual legislación. Dicho eso, afirmó además que «debemos acelerar los proyectos de infiltración, la inyección de napas, la construcción de embalses de tamaño medio y las inversiones en tecnología de riego, a la vez que valoró las medidas que ha tomado el Gobierno en la materia. La ASOEX, por su parte, se ha enfocado en la búsqueda de soluciones como la ejecución del programa CORFO-IFI denominado “Plan de Inversiones Estratégicas en Recursos Hídricos para la Competitividad”, el cual pretende establecer un marco regulatorio-institucional-financiero que viabilice el reuso de aguas residuales.

El sector privado y a nivel local destaca la junta de vigilancia del Río Maipo y sus afluentes es una entidad de derecho privado, sin fines de lucro y de acuerdo con sus Estatutos, ejerce la acción que le otorga el Código de Aguas, que tiene por objeto administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus asociados, explotar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que le encomiende la Ley. Podrá también construir nuevas obras o mejorar las existentes. Como organización, propenderá a la adecuada convivencia entre los

asociados titulares de derechos que se destinen, entre otras actividades, a la agricultura, a la generación hidroeléctrica, al turismo, al uso industrial, agroindustrial y habitacional, con el objeto que puedan ejercer sus derechos a plenitud y acorde con la legislación vigente.

7. Selección de la alternativa

A partir de la información analizada, es posible afirmar que una alternativa mixta entre las soluciones propuestas por el Estado de Israel y el de Australia permitirían a Chile afrontar, tanto el problema de la escasez hídrica, como de la inequidad existente para acceder a este recurso derivada de ella.

En primera instancia, es necesario entender que el problema de la escasez hídrica es heterogéneo, es decir, cada cuenca hidrográfica presenta diferentes problemas y actores involucrados, por lo tanto, es necesario ejecutar respuestas institucionales diversas. Por lo tanto, la política llevada a cabo en Australia permite solucionar los problemas de cada cuenca hidrográfica, planificando y organizando el uso del agua, acción que también incluye el Estado de Israel.

En segunda instancia, es importante revelar la necesidad de cambiar la percepción que tiene el Estado de Chile sobre el agua, desde su estatus de bien privado hacia un bien estatal y de interés nacional como lo ha hecho Israel. Esto permitirá una mayor equidad, donde se garantizará el acceso al agua a toda la población, por lo tanto, se dejará de vulnerar un derecho humano fundamental.

8. Conclusiones

Como se ha expuesto en esta investigación, el problema de escasez hídrica en Chile se ha caracterizado por las irregularidades relacionadas al mercado del agua, dando pie a una acumulación de los derechos de aprovechamiento de agua, lo cuales son de carácter intangible y transferible. Si bien el Código de Aguas, que instauró el mercado del agua, ha permitido el desarrollo agropecuario y exportador en nuestro país, las condiciones hidro-sociales en el siglo XXI son distintas.

Mediante el análisis de los casos de Israel y Australia, es posible observar que los cambios realizados en estos países relacionan de manera armónica la esfera pública y privada. En primer lugar, estableciendo el acceso al consumo de agua y saneamiento como derecho fundamental para todos los habitantes del país. En segundo lugar, se desarrolla innovaciones técnicas que permiten mejorar la eficiencia en el consumo del recurso. En tercer lugar, la institucionalidad tanto a nivel central como local se encarga activamente de monitorear los eventuales problemas en relación del recurso. Además, mediante el análisis de factibilidad se puede observar que los principales actores no han comprendido a cabalidad el problema de la escasez hídrica, poniendo énfasis en sus declaraciones en la eficiencia, sin cuestionar los DAA.

Otorgarle una mayor relevancia al problema de la escasez hídrica, por medio de un proyecto de gobierno que cree una nueva institucionalidad y visión del recurso podría llegar a influir de forma positiva en la superación de este escenario. Sin embargo, las visiones contrapuestas de los diversos actores, los que en algunos casos solo ponen la mirada en la eficiencia, pero no en la naturaleza del recurso, disminuiría las posibilidades de llevarse a cabo. De esta forma, una posible solución ante el problema pasa, en primer lugar, en invertir en una demanda eficiente y, en segundo lugar, otorgarle una nueva institucionalidad al recurso.

9. Bibliografía

Australian Water Society. 2013. *La Dinámica Industria del Agua en Australia*. Sidney. Australia.

Aqualia. Ver_ Público o Privado, esa no es la Cuestión.

<https://www.iagua.es/blogs/gabriel-caldes/publico-o-privado-esa-no-es-unica-cuestion> (Consultada el 9 de diciembre de 2019)

Barton, Jonathan. 2013. *Climate Change Adaptive Capacity in Santiago de Chile: Creating a Governance Regime for Sustainability Planning*. In: *International Journal of Urban and Regional Research* 37 (6): 1916-1933.

Bauer, Carl. 2004. *Results of Chilean water markets: Empirical research since 1990*. *Water Resources Research*, 40 (9).

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Ver_ La Audaz Reforma del Agua que Enfrenta Australia, uno de los Territorios Más Secos del Mundo.

<https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/politica-publica-agua-australia> (Consultada el 17 de octubre de 2019)

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Ver_ Las Claves de la Política Nacional de Sequía de Australia.

<https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/politica-nacional-sequia-australia> (Consultada el 17 de octubre de 2019)

Budds, Jessica. 2009. *Contested H2O: Science, policy and politics in water resources management in Chile*. *Geoforum* 40, 418-430.

Capel, Horacio. 2000, "El agua como servicio público", a propósito del seminario Internacional "Faire parler les reseaux: l'eau, Europe-Amérique Latine", cnrs, 32 pp.

Centro del Agua. Ver_ Que es una OUA. <http://www.centrodelagua.cl/?q=node/17> (Consultada el 9 de diciembre de 2019)

Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial. 2015. *El Sector del Agua*. Australia.

- Coordinadora por la Defensa del Agua y la Vida. 2019. Agroindustria agota derechos de agua de San Pedro de Melipilla. Disponible en:
<http://www.derechoalagua.cl/mapa-de-conflictos/agroindustria-agota-derechos-de-agua-de-san-pedro-de-melipilla/>
- Consultorías Profesionales Agraria Ltda. 2015. Diagnóstico Planes Marco de Desarrollo Territorial (PMDT) Territorio 1.
- Dominguez, Judith. 2010. El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. VOLUMEN XIX . NÚMERO 2 . II SEMESTRE DE 2010 . PP. 311-350 Gestión y Política Pública.
- FAO. 2015. AQUASTAT Country Profile Chile. Disponible en:
<http://www.fao.org/aquastat/en/countries-and-basins/country-profiles/country/CHL>
- FAO. 2008. AQUASTAT Country Profile Israel. Disponible en:
<http://www.fao.org/aquastat/en/countries-and-basins/country-profiles/country/ISR>
- Frene, Cristian, & Núñez, Mariela. 2010. *Hacia un nuevo Modelo Forestal en Chile*. Revista Bosque Nativo 47: 25 – 35.
- Fundación Amulén. 2019. Radiografía del agua rural en Chile: Visualización de un problema oculto.
- Fundación Newenko. 2019. Escasez hídrica en Chile: Desafíos para el consumo humano y perspectivas en modelos comparados.
- Fundación Chile. 2018. Radiografía del agua: Brecha y riesgo hídrico en Chile.
- Helfrich, Silke. 2006. La gota de la vida: Hacia una gestión sustentable y democrática del agua, México, Fundación Heinrich Boll.
- Larrain, Sara. 2006. El Agua en Chile: Entre los derechos humanos y las reglas del mercado. *Polis Revista Latinoamericana* 14 (2016): 1-20
- Machado, Horacio. 2010. Agua y minería transnacional. Desigualdades hídricas e implicaciones biopolíticas. *Revista Habitación Urbano: Dimensiones y Perspectivas*.
- Ministerio de Asuntos Exteriores de Israel. Ver_ La Agricultura avanzada como un

instrumento contra la desertificación.
<https://mfa.gov.il/mfa/mfaes/facts%20about%20israel/pages/la%20agricultura%20avanzada%20como%20un%20instrumento%20contra.aspx> (Consultada el 17 de octubre de 2019).

Ministerio de Obras Públicas. 2012. Estrategia nacional de recursos hídricos 2012-2015.

Ministerio de Obras Públicas, 2016. Atlas del agua Chile 2016. Santiago, Chile.

Ojeda, Mariza. 2003. Las organizaciones de usuarios de aguas en la legislación chilena y comparada. Memoria para optar al título profesional de Geógrafo., Universidad de Chile.

Organization for Economic Cooperation and Development. 2012. Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction. Paris, Francia.

Palomina-Schalscha, Marcela., Leaman-Constanzo, Cristián., & Bond, Sophie. 2016. *Contested water, contested development: unpacking the hydro-social cycle of the Ñuble River, Chile*. En: *Third World Quarterly*, 37 (5), 883–901.

Prieto, Manuel. 2015. La ecología (A)política del modelo de aguas chileno. En B. Bustos, & M. y. Prieto, *Ecología política en Chile: Naturaleza, propiedad, conocimiento y poder*.

Sanhueza, Sinchi. 2017. Análisis de la Respuesta Institucional Frente al Escenario de Escasez Hídrica Desde la Justicia Ambiental. Memoria de Prueba., Universidad Austral de Chile.

Szigeti, Catalina. 2013 Reformas constitucionales en materia de aguas y reformas al Código de Aguas. Documento de Trabajo. Santiago: Chile Sustentable.

Resolución A/RES/64/292. Asamblea General de las Naciones Unidas. Julio de 2010

Universidad de Chile. *Ver_Chile* tendría en promedio entre un 10 y un 37 por ciento menos de disponibilidad de agua que hace 30 años atrás.

<http://www.uchile.cl/noticias/151328/balance-hidrico-nacional-constatara-importante-variacion> (Consultada el 17 de octubre de 2019).

Van Loon, Anne. 2015. Hydrological Drought Explained.