



Revista Política y Estrategia Nº 134, (2019)

Editada por: **Academia Nacional de Estudios Políticos y Estratégicos (ANEPE) Chile.**

Lugar de edición: Santiago, Chile

Dirección web:

<http://www.politicayestrategia.cl>

ISSN versión digital: 0719-8027

ISSN versión Impresa: 0716-7415

DOI: <https://doi.org/10.26797/rpye.v0i134>

Para citar este artículo / To cite this article: SOTO Winckle, Jorge, DEL CASTILLO Pantoja, Guillermo: "Agua como recurso estratégico: Desafíos para Chile en un escenario de cambio global".

Revista Política y Estrategia No 134. 2019 pp. 55-92

DOI: <https://doi.org/10.26797/rpye.v0i134.787>

Si desea publicar en Política y Estrategia, puede consultar en este enlace las Normas para los autores:

To publish in the journal go to this link:

<http://politicayestrategia.cl/index.php/rpye/about/submissions#authorGuidelines>



La Revista Política y Estrategia está distribuida bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

AGUA COMO RECURSO ESTRATÉGICO: DESAFÍOS PARA CHILE EN UN ESCENARIO DE CAMBIO GLOBAL[∞]

JORGE SOTO WINCKLER*
GUILLERMO DEL CASTILLO PANTOJA*

RESUMEN

Chile, gracias a su geografía y diversidad de climas, presenta heterogéneos niveles de precipitación, lo que condiciona la oferta hídrica en cada una de las cuencas hidrográficas. Esto permite que la esorrentía per cápita sea una de las más altas del mundo, pero al ser desagregada por región, muestra zonas complejas de gestionar.

La densidad poblacional, así como las diferentes demandas de uso, generan en algunos casos cuencas deficitarias, e incluso con estrés hídrico. Lo anterior genera una serie de tensiones a escala local que, sumado a las deficiencias en el actual mecanismo de gestión de aguas, relentece la resolución de controversias.

A nivel internacional, las tensiones originadas por problemas de acceso y/o uso del agua, en ausencia de mecanismos multilaterales o perspectivas colaborativas, pueden escalar. Si bien se reconoce que las tensiones por recursos hídricos no evolucionan necesariamente en conflictos entre Estados, sí puede actuar como un catalizante. Luego, ante escenarios de escasez global, se espera que las tensiones entre grupos humanos y Estados por el acceso y uso del agua se incrementen considerablemente.

Ante ello, Chile es muy vulnerable a los efectos del cambio climático, dado que limitará violentamente la oferta hídrica. Sin embargo, las importantes reservas estratégicas convierten al país en un interés creciente. Desde la perspectiva colaborativa, el país puede ser visto como un socio estratégico; pero desde el conflicto, como un objetivo.

Palabras clave: Recursos hídricos; cambio climático antropico; tensiones; conflictos; escenario estratégico.

-
- Ingeniero en recursos naturales renovables, M.Sc. en manejo de suelos y aguas. Investigador y profesor externo en Universidad de Chile. Consultor del área ambiental y de gestión del riesgo en el sector público y privado. jsoto@renare.uchile.cl ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3000-3571>
 - General de Brigada (R), Oficial de Estado Mayor, Profesor externo de la ANEPE, Consultor y asesor de asuntos políticos, estratégicos y de gestión del riesgo de desastres en el sector público y privado. Capacitador internacional del Proyecto Esfera desde el año 2012. wilodelca@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8315-6876>
 - ∞ Fecha de recepción: 150619 - Fecha de aceptación: 281119.

WATER AS A STRATEGIC RESOURCE: CHALLENGES FOR CHILE IN A GLOBAL CHANGE SCENARIO

ABSTRACT

Due to its geography and diversity of climates, Chile presents heterogeneous precipitation levels, conditioning the water supply in each of the basins. This allows, that per capita overflow level is one of the highest in the world, nevertheless when disaggregated by region, it this is complex to manage.

Population density, as well as the different demands for use, generate in some cases deficit basins, even with water stress. This creates a series of tensions at the local level which, coupled with deficiencies in the current water management mechanism, slows dispute resolution.

At the international level, tensions caused by problems of access and/or use of water, may escalate due to the absence of multilateral mechanisms or collaborative perspectives. While it is recognized that water stresses do not necessarily evolve in conflicts between States, they can act as a catalyst.

Subsequently in the face of global scarcity, tensions between human groups and states over access and water use are expected to increase considerably.

On the face of this, Chile is very vulnerable to the effects of climate change, as it will violently limit water supply. However, significant strategic reserves make the country a growing interest. From a collaborative perspective, the country can be seen as a strategic partner; but from the conflict point of view, as an objective.

Key words: *Water resources; anthropic climate change; tensions; conflicts; strategic scenario.*

ÁGUA COMO RECURSO ESTRATÉGICO: DESAFIOS PARA O CHILE EM UM CENÁRIO DE MUDANÇAS GLOBAIS

RESUMO

O Chile, graças à sua geografia e diversidade de climas, tem níveis heterogêneos de precipitação, que condicionam a oferta hídrica em cada uma das bacias hidrográficas. Isso permite que o escoamento per capita seja um dos mais altos do mundo, mas sendo desagregado por região, mostra áreas complexas para gerenciar.

A densidade populacional, bem como as diferentes demandas de uso, gera, em alguns casos, bacias deficitárias e até mesmo com o estresse hídrico. Isso cria uma série de tensões em nível local que, juntamente com deficiências no atual mecanismo de gestão da água, retarda a resolução de controvérsias.

A nível internacional, as tensões causadas por problemas de acesso e/ou utilização de água, na ausência de mecanismos multilaterais ou perspectivas colaborativas, podem aumentar. Embora se reconheça que as tensões hídricas não evoluem necessariamente em conflitos entre Estados, podem agir como catalizadores. Logo, em face da escassez global, espera-se que as tensões entre grupos humanos e estados sobre o acesso e o uso da água aumentem consideravelmente.

Diante disso, o Chile é muito vulnerável aos efeitos das mudanças climáticas, pois limitará violentamente a oferta hídrica. No entanto, reservas estratégicas significativas fazem do país um interesse crescente. Do ponto de vista colaborativo, o país pode ser visto como um parceiro estratégico; mas a partir do conflito, como um objetivo.

Palavras-chave: *Recursos hídricos; mudanças climáticas antropológicas; tensões; conflitos; cenário estratégico.*

Introducción

El agua dulce es un recurso escaso y de difícil acceso en la mayor parte del mundo. Solo 0,62% del total de recursos hídricos en el planeta están en condiciones de ser utilizados, y corresponde a los presentes en ríos, lagos y acuíferos. El agua tiene una alta demanda de consumo, debido a que es vital para sobrevivencia humana, y esencial para la obtención de artículos de primera necesidad como alimentos, o bienes de consumo^{1, 2}.

Las demandas crecientes de diferentes usos del agua ha incrementado los niveles de competencia a escala territorial³. Esto ha obligado a muchos países a establecer mecanismos de manejo y gestión eficientes que permitan asegurar el acceso y el uso equitativo; así como la protección soberana de su capital natural. Otros países han fracasado en dicha tarea y ha generado el aumento de las tensiones locales por acceso, asignación y uso del agua. Particularmente, en Estados inestables o con complejidades políticas, este factor ha actuado como un catalizante y generado escaladas de tensión. La situación se complejiza aún más si se consideran los sostenidos incrementos de población a escala global, que demanda más agua de consumo directo, alimentos y manufacturas^{4, 5}.

Otra fuente adicional de estrés sobre el sistema hídrico es el cambio climático antrópico. Este se posiciona como una de las más relevantes preocupaciones actuales en el área de los recursos hídricos⁶. Existen en la actualidad señales irrefutables respecto a los efectos del cambio climático antrópico, el que ha generado el aumento de la temperatura media global y el incremento de la temperatura en los océanos; así como la pérdida de casquetes de hielo y nieves, sean estos polares o de alturas; alteraciones en los regímenes de precipitación; entre otros^{7, 8}.

Chile no ha estado ajeno a los efectos de la reducción de la oferta hídrica. Es necesario señalar que, desde comienzos del siglo pasado, se ha observado un

-
- 1 Dirección General de Aguas (DGA). Atlas del Agua. Chile 2016. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile. 2016. 137p.
 - 2 KUMMU, Matti, GUILLAUME, Joseph, DE MOEL, Hans, EISNER, Stephanie, FLÖRKE, Martina, PORKKA, Miina, SIEBERT, Stefan, VELDKAMP, Ted & WARD, Philip. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. Scientific Reports. 6 (38495): 1-16. 2016.
 - 3 Ibíd.
 - 4 YOFFE, Shira, WOLF, Aaron & GIORDANO, Mark. Conflict and cooperation over international freshwater resources: Indicators of basins at risk. Journal of the American Water Resources Association. 39 (5): 1109-1126. 2003.
 - 5 CNA. The role of water stress in instability and conflict. CNA- Analysis & Solutions. Washington D.C., United States of America. 2017. 59p.
 - 6 FUSTER, Rodrigo, ESCOBAR, Cristián, ASTORGA, Karla, SILVA, Katherine y ALDUNCE, Paulina. Informe Final: Estudio de seguridad hídrica en Chile en un contexto de cambio climático para elaboración del plan de adaptación de los recursos hídricos al cambio climático. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2017. 129p.
 - 7 United Nations Framework Convention on Climate Change. UNFCCC. Aprobación del Acuerdo de París. Naciones Unidas. París, Francia. 2015. 40p.
 - 8 SOTO, Jorge y DEL CASTILLO, Guillermo. Cambio climático y desastres socionaturales: desafío para Chile y sus Fuerzas Armadas. Revista Política y Estrategia. 133: 53-95, 2019.

decrecimiento sostenido de las precipitaciones a nivel nacional⁹. Entre finales del siglo pasado y comienzos del siglo actual las precipitaciones entre las regiones de Coquimbo y Los Ríos se ha reducido entre un 20% y 30%. Esto demuestra un desplazamiento hacia el sur de las precipitaciones a una razón de 0.3 a 0.4 km/año, generando una disminución de la oferta hídrica en el centro sur de Chile¹⁰.

Las proyecciones a mediados del presente siglo para Chile, lejos de mejorar, se avizoran complejas por efectos del cambio climático antrópico. La disminución de las precipitaciones y el aumento de temperaturas generará una marcada disminución de la oferta hídrica. Esto ocurrirá particularmente en territorios de alta demanda y concentración de población, incrementando las tensiones locales^{11, 12, 13}.

Por ello, hoy el cambio climático puede ser considerado como el principal desafío de Chile debido a que sus implicancias no se limitan únicamente a condiciones ambientales, sino que se observan también en los planos sociales, políticos y económicos; condicionando la seguridad y defensa, en cuanto a la necesaria protección de los intereses nacionales^{14, 15}.

El presente artículo realiza una evaluación sobre los principales aspectos actuales y futuros de los recursos hídricos. Para ello se realizó una profunda revisión bibliográfica de literatura especializada y un posterior diagnóstico desde la perspectiva de la planeación estratégica, con el objetivo de determinar el estado actual de los recursos hídricos en Chile y los efectos del cambio climático sobre éstos, para identificar las potenciales tensiones y conflictos que podrían desencadenarse a partir de un escenario de escasez creciente y, finalmente, realizar un análisis estratégico que permita identificar las potencialidades, desafíos, limitaciones y riesgos de Chile y sus recursos hídricos ante un escenario de cambio global.

Estado actual de los recursos hídricos en Chile

La longitud y geografía de Chile influyen en la secuencia donde es posible distinguir dos patrones generales de precipitación: uno que concentra la precipitación en el verano, como se observa en las zonas altiplánicas al norte del país; y otro con precipitaciones en las estaciones de otoño e invierno, que comprende el resto del territorio nacional^{16, 17}.

9 QUINTANA, Juan & ACEITUNO, Patricio. Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of South America (Chile): 30-43° S. *Atmósfera* 25(1): 1-22. 2012.

10 Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos. 2015. Loc. Cit.

11 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

12 FUSTER "et al". 2017. Loc. Cit.

13 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. 2017. 252p.

14 SOTO, Jorge y LÓPEZ, Marcial. La gestión del riesgo de desastres y el cambio climático: las perspectivas de Sendai y el Acuerdo de París. Cuaderno de trabajo ANEPE. 7: 1-12, 2017.

15 SOTO, Jorge y DEL CASTILLO, Guillermo. Cambio climático y desastres socio-naturales: El desafío para Chile y sus fuerzas armadas. Política y Estrategia. 2019. -En Prensa-

16 Banco Mundial. Chile. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Región para América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Santiago, Chile. 2011. 78p.

17 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

La diversidad se debe, entre otros factores, a la influencia del océano Pacífico, el aporte de la corriente fría frente a las costas del país (Corriente de Humboldt), y a la acción permanente del Anticiclón del Pacífico. También se debe al relieve particular del país, con sus máximos exponentes en las cordilleras de los Andes, de la Costa y las zonas altiplánicas. También por los efectos locales de las cordilleras de Domeyko, de Talinay, del Mahuidanche, del Sarao, de Paine, de Darwin; y el cordón Chacabuco, entre otras^{18, 19, 20, 21}.

La variación de climas a lo largo de Chile define los niveles de precipitación de cada región presentándose, por ejemplo, precipitaciones anuales menores a 1 mm en la ciudad de Arica, en el extremo norte de Chile; 360 mm en la ciudad de Santiago en la zona central; 2.500 mm en la ciudad de Valdivia en la zona sur; o 4.866 mm en la isla Tamar en el sudoeste de la región de Magallanes en la zona austral^{22, 23}. La alta variabilidad en la precipitación se refleja en la desigual distribución regional, obteniendo a nivel país una media anual de 1.296,07 mm (Cuadro 1; Figura 1; Figura 2)^{24, 25}.

La precipitación a nivel nacional escurre y se encauza en 101 cuencas hidrográficas, que representan 756.102 km² del territorio. En estas, es posible encontrar 1.251 ríos y 12.784 lagos y lagunas de los más diversos tamaños y formas. La escorrentía media a nivel nacional es de 29.245 m³/s, nuevamente con un alto grado de variabilidad territorial; siendo los ríos ubicados en el norte del país los que menor escorrentía presentan, a diferencia de los caudalosos ríos de las regiones de Aysén y Magallanes (Cuadro 1; Cuadro 2; Figura 1; Figura 2)²⁶.

A pesar de la diferencia observada, el volumen embalsado se concentra mayoritariamente en la zona centro y sur del país, dada la mayor demanda para riego y potabilización; pero con una baja o inexistente capacidad de almacenamiento en la zona norte (Cuadro 1; Figura 2)²⁷. A lo anterior se suman 24.114 glaciares a lo largo del país, que si bien se concentran en la zona austral en términos de número y superficie, son fundamentales para el aporte de caudal, particularmente en las cuencas del norte de Chile y durante las temporadas secas (Cuadro 2)²⁸.

Chile puede ser considerado un país privilegiado por su dotación de recursos hídricos, existiendo una disponibilidad media de 51.218 m³/persona/año; valor que supera por 7,76 veces la media mundial (6.600 m³/persona/año), y 25,61

18 Instituto Geográfico Militar (IGM). 2010. Loc. Cit.

19 Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2010. Loc. Cit.

20 Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2018. Loc. Cit.

21 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

22 Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2010. Loc. Cit.

23 Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2018. Loc. Cit.

24 Ministerio de Obras Públicas (MOP). Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025. Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile. 2013. 39p.

25 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

26 *Ibid.*

27 *Ibid.*

28 *Ibid.*

veces el valor considerado como umbral para el desarrollo sostenible (2.000 m³/persona/año)^{29, 30, 31}.

Cuadro 1

Precipitación, escorrentía y capacidad embalsada, medidas al 2015, desagregado según región³².

Macrozona	Región	Precipitación (mm/año)	Escorrentía (m ³ /s)	Capacidad de agua embalsada (km ³)
Norte	Arica y Parinacota	132,00	5,50	-
	Tarapacá	77,00	6,40	-
	Antofagasta	45,00	0,90	0,02
	Atacama	82,00	1,90	0,19
	Coquimbo	222,00	22,20	1,32
Centro	Valparaíso	434,00	41,00	0,13
	Metropolitana de Santiago	650,00	103,00	0,22
	Libertado General Bernardo O'Higgins	898,00	205,00	0,93
	Maule	1.377,00	767,00	3,27
Sur	Bío-Bío	1.766,00	1.638,00	6,87
	La Araucanía	2.058,00	1.041,00	-
	Los Ríos	2.656,00	1.046,00	-
	Los Lagos	3.068,00	4.109,00	-
Austral	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	3.263,00	10.134,00	-
	Magallanes y La Antártica Chilena	2.713,00	10.124,00	-
Promedio a nivel nacional		1.296,07	1.949,66	1,62
Total a nivel nacional		19.441,00	29.244,90	12,96

29 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

30 Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2013. Loc. Cit.

31 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

32 Ibid.

Cuadro 2

Glaciares, lagos, lagunas, acuíferos y sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común identificados a nivel nacional, desagregado según región³³.

Macrozona	Región	Glaciares			Lagos y lagunas		Acuíferos y SHAC
		Número (n)	Áreas (km ²)	Volumen equivalente en agua (km ³)	Número (n)	Área (km ²)	Número (n)
Norte	Arica y Parinacota	174	12,20	0,09	92	38,00	7
	Tarapacá	244	24,60	0,27	39	5,00	9
	Antofagasta	139	7,20	0,05	115	82,00	28
	Atacama	776	89,30	1,49	165	84,00	54
	Coquimbo	809	46,90	0,42	134	8,00	50
Centro	Valparaíso	715	135,80	2,89	147	29,00	78
	Metropolitana de Santiago	999	388,30	11,40	80	23,00	49
	Libertado General Bernardo O'Higgins	683	292,30	11,52	105	20,00	59
	Maule	218	38,20	0,77	199	118,00	30
Sur	Bío-Bío	198	45,80	1,61	201	183,00	40
	La Araucanía	124	53,30	2,06	280	445,00	24
	Los Ríos	72	42,60	1,98	159	934,00	22
	Los Lagos	2.602	785,50	24,62	705	2.049,00	62
Austral	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	9.556	10.357,00	1.569,00	5.361	4.173,00	-
	Magallanes y La Antártica Chilena	6.805	11.222,00	1.548,00	5.002	2.857,00	-
Total a nivel nacional		24.114	23.541,00	3.176,17	12.784	11.048,00	512

33 Ibíd.

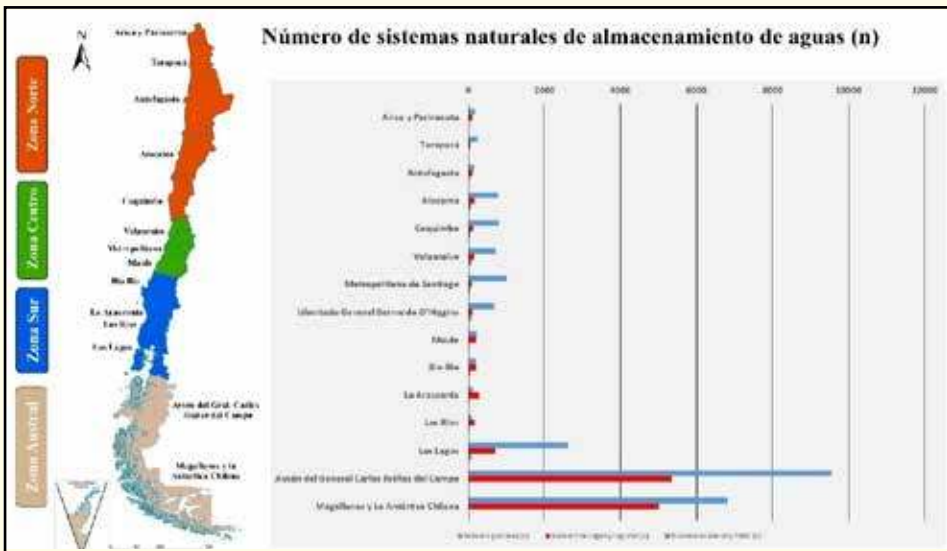
Figura 1

Precipitación media anual (mm/año) desagregado según región (Elaboración propia a partir de: DGA, 2016)³⁴.



Figura 2

Número de sistemas naturales de almacenamiento de aguas desagregado según región (Elaboración propia a partir de: DGA, 2016)³⁵.



34 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

35 Ibid.

Pese a lo anterior, al desagregar los valores por región, es posible observar la gran heterogeneidad del territorio. Se puede indicar que, desde la región Metropolitana al norte, existe una mayor condición de escasez hídrica donde la escorrentía per cápita se encuentra por debajo de los 500 m³/persona/año; mientras que, por el contrario, desde la región de O'Higgins al sur, la escorrentía media per cápita se incrementa a los 7.000 m³/persona/año. Dicha situación dista notablemente al considerar la región de Aysén, que presenta valores de 2.950.168 m³/persona/año (Cuadro 3; Figura 3)^{36, 37, 38}.

La variación de la escorrentía per cápita se debe a dos factores fundamentales: población y escorrentía. De ese modo, en regiones áridas como la de Antofagasta, que presenta una baja dotación natural de escorrentía y al mismo tiempo una alta concentración de población, genera en definitiva un rango acotado de caudal disponible por persona. Esto supone un llamado de atención respecto a la capacidad de las cuencas hidrográficas para sostener a un número determinado de habitantes, así como actividades productivas (asumiendo ausencia de aportes externos, como desalación; Cuadro 3; Figura 3).

A nivel nacional, el 81,61% del agua demandada suple necesidades agropecuarias (producción interna y exportación), mientras que el 8,50% se destina a la potabilización de agua para consumo humano (y eventualmente industrial), un 6,79% para usos industriales puros, siendo tan solo un 3,10% para minería. Sobre esta última demanda cabe señalar que, si bien es la menor en términos comparativos con otros usos, éste se focaliza en zonas de muy baja oferta hídrica (Cuadro 4)^{39, 40}. Por otro lado, se debe señalar que la minería representa el principal aporte al PIB nacional, y representa cerca de un 60,00% de las exportaciones nacionales⁴¹.

36 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

37 Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2013. Loc. Cit.

38 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

39 *Ibíd.*

40 *Ibíd.*

41 Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2013. Loc. Cit.

Cuadro 3

Población estimada de habitantes y escorrentía per cápita, desagregado según región⁴².

Macrozona	Región	Superficie (km ²)	Población estimada (habitantes)	Densidad poblacional (habitantes/km ²)	Escorrentía per cápita (m ³ /persona/año)
Norte	Arica y Parinacota	16.873	239.126	14,17	725
	Tarapacá	42.226	336.769	7,98	599
	Antofagasta	126.049	622.640	4,94	47
	Atacama	75.176	312.486	4,16	190
	Coquimbo	40.580	771.085	19,00	908
Centro	Valparaíso	16.396	1.825.757	111,35	703
	Metropolitana de Santiago	15.403	7.314.176	474,85	444
	Libertado General Bernardo O'Higgins	16.387	918.751	56,07	7.037
	Maule	30.296	1.042.989	34,43	23.191
Sur	Bío-Bío	37.069	2.114.286	57,04	24.432
	La Araucanía	31.842	989.798	31,08	33.167
	Los Ríos	18.430	404.432	21,94	81.563
	Los Lagos	48.584	841.123	17,31	154.058
Austral	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	108.494	108.328	1,00	2.950.168
	Magallanes y La Antártica Chilena	132.297	164.661	1,24	1.938.956
Total a nivel nacional		756.102	18.006.407	856,57	5.216.188

Por otro lado, el incremento en la producción ha llevado a un aumento de la demanda de agua a lo largo del país. Esta situación es particularmente compleja en la zona norte y centro Chile. En paralelo, también se ha observado una limitación en la disponibilidad del agua, producto del deterioro de su calidad; los efectos de la inadecuada, o en algunos casos, inexistente gestión de aguas; los efectos de la variabilidad climática, propia de nuestro territorio; y de modo mucho más complejo, los efectos del cambio climático. Esto ha desembocado en una mayor competencia por el uso del agua que bajo mecanismos de transferencia de mercado (permitidos por el actual Código de Aguas) favorece a los grupos económicos que tienen mayor acceso al capital, y particularmente a la información; en directo desmedro de usos con menores retornos financieros, pero de alto valor estratégico como la producción de alimentos a pequeña escala^{43, 44}.

42 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

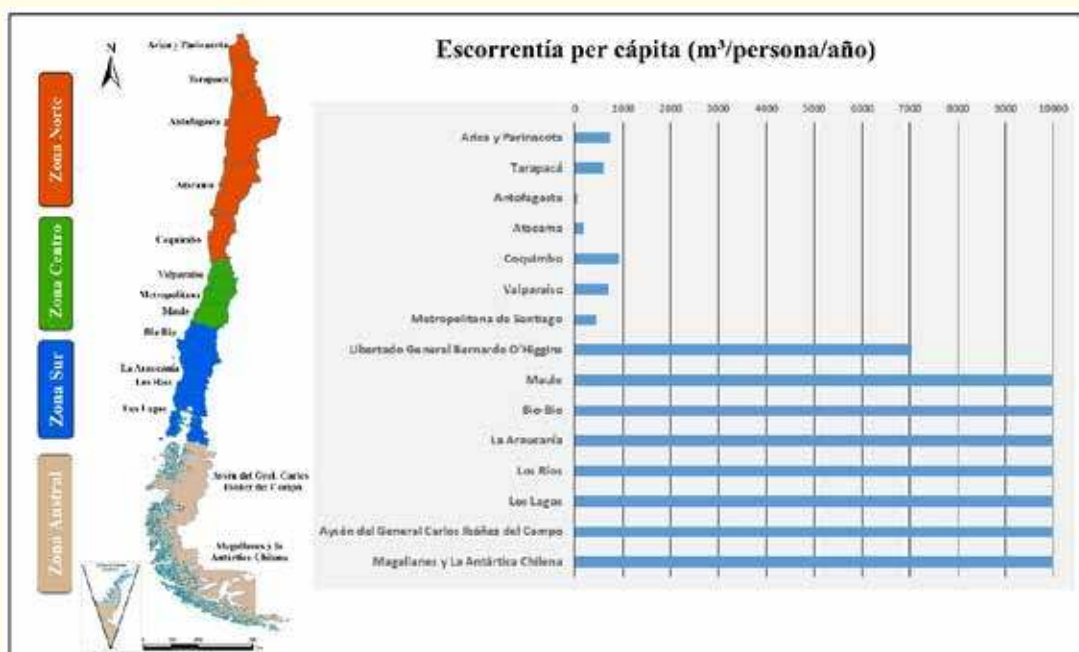
43 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

44 SOTO, Jorge. Estimación del valor económico total de los recursos hídricos en la cuenca del río Huasco. Escuela de Postgrado, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2013. 114p.

Aún más, la falta de criterios en la asignación de usos, así como el sobre-otorgamiento de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA), han aportado a incrementar el conflicto por el acceso en las cuencas deficitarias, así como las presiones ambientales^{45, 46}. Esto ha generado pérdidas económicas y efectos sociales adversos los cuales, ante un escenario de cambio climático, inadecuada gestión y exceso de demanda, se verán incrementados^{47, 48}.

Figura 3

Escorrentía per cápita (m³/persona/año), desagregado según región (Elaboración propia a partir de: DGA, 2016)⁴⁹.



45 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

46 SOTO. 2013. Loc. Cit.

47 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

48 SOTO. 2013. Loc. Cit.

49 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

Cuadro 4

Demanda estimada de agua (m³/s) por sector económico al año 2015, desagregado según región⁵⁰.

Macrozona	Región	Demanda estimada de agua por sector económico (m ³ /s)				
		Agropecuario	Agua potable	Industrial	Minero	Total
Norte	Arica y Parinacota	3,71	0,96	0,25	0,00	4,92
	Tarapacá	5,21	0,69	1,43	1,54	8,87
	Antofagasta	3,31	1,68	1,29	6,26	12,54
	Atacama	12,03	0,87	0,52	1,90	15,32
	Coquimbo	27,19	1,89	0,25	0,71	30,04
Centro	Valparaíso	42,44	5,82	4,81	1,26	54,33
	Metropolitana de Santiago	82,36	27,41	10,42	0,90	121,09
	Libertador General Bernardo O'Higgins	97,96	2,41	1,23	1,88	103,48
	Maule	166,49	2,53	3,77	0,00	172,79
Sur	Bio-Bio	69,44	5,16	9,54	1,21	85,35
	La Araucanía	11,51	2,34	0,26	0,00	14,11
	Los Ríos	2,21	1,02	1,63	0,00	4,86
	Los Lagos	1,10	1,39	2,46	1,50	6,45
Austral	Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	0,64	0,29	0,08	2,60	3,61
	Magallanes y La Antártica Chilena	1,12	0,38	5,91	0,23	7,64
Total a nivel nacional		526,72	54,84	43,85	19,99	645,40

Cabe señalar que, al norte de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins, la demanda total según usos supera la oferta natural a nivel regional. La situación es particularmente dramática en regiones como Antofagasta, Atacama, Coquimbo y Valparaíso. Dichas cuencas se encuentran en "estrés hídrico" dado que no existe el caudal necesario para satisfacer apropiadamente la demanda humana y ecológica de agua (Cuadro 1; Cuadro 4)^{51, 52, 53}. En tanto, la región del Libertador General Bernardo O'Higgins se encuentra en una condición de "riesgo hídrico", dada la cercanía de la demanda de agua a la oferta natural de la región, que plantea la posibilidad de que en el territorio, a corto plazo, no se puedan satisfacer todos los requerimientos locales (Cuadro 1; Cuadro 4)^{54, 55, 56}.

50 Ibíd.

51 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

52 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

53 KAMMEYER, Cora. Water is Connected to Every Major Global Risk We Face [En línea]. Pacific Institute. [Fecha de consulta: 7 junio 2019]. Disponible en: < <https://pacinst.org/water-connected-every-major-global-risk-face/>>.

54 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

55 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

56 KAMMEYER, 2019. Loc. Cit.

Si la información se desagregara por cuenca, las regiones con estrés hídrico eventualmente podrían estar en una condición de “crisis hídrica”, debido a la notoria disminución de calidad y cantidad de agua disponible, al punto de generar conflictos de acceso y efectos nocivos sobre la salud de la población y la economía^{57, 58, 59}.

Efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos

Las proyecciones sobre cambio climático antrópico que se han desarrollado para el territorio nacional presentan similitudes generales, indicando una tendencia marcada a la disminución de precipitación e incremento de temperatura en las distintas macrozonas en el futuro próximo. La principal dificultad detectada tiene relación con la compleja geografía nacional, y el efecto de ésta sobre las sub y sobreestimaciones de precipitación en zonas elevadas (cordilleras y altiplano); así como el efecto asociado a condiciones climáticas locales, como las variabilidades interanuales e interdecadales^{60, 61}.

La versión más actualizada y desagregada a escala comunal corresponde al estudio realizado por Santibáñez “*et al*”⁶², quienes modelaron el escenario RCP 8.5 (peor escenario) al año 2050, en función de un período basal observado entre 1980 y 2010. En términos generales, indica que, para el norte de Chile, se espera un incremento en las temperaturas medias estivales e invernales de 2,1 y 2,3°C, respectivamente. Por el contrario, en dicha macrozona se espera una disminución de la precipitación media anual en un 10%. Cabe señalar que existen sectores particulares en las cuencas del norte del Chile (zona costera e interior de Arica y Parinacota, y Tarapacá, así como sector costero de la región de Antofagasta), en donde existe incertidumbre respecto a la generación de cambios en la precipitación o potenciales incrementos de éstas, aun cuando menores^{63, 64, 65, 66}.

En tanto, en la zona central de Chile se espera un incremento de las temperaturas medias estivales e invernales en 2,1 y 1,7 °C, respectivamente. Siguiendo el mismo patrón que en la zona norte, se espera una disminución de la precipitación; sin embargo, con mayor intensidad, esperándose una disminución de 15%^{67, 68}.

57 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

58 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

59 KAMMEYER, 2019. Loc. Cit.

60 VICUÑA, Sebastián, GIRONÁS, Jorge, MEZA, Francisco, CRUZAT, María, JELINEK, Mark, BUSTOS, Eduardo, POBLETE, David & BAMBACH, Nicolás. Exploring possible connections between hydrological extreme events and climate change in central south Chile. *Hydrological Sciences Journal*. 58: (8). 1598-1619. 2013.

61 FUSTER “*et al*”. 2017. Loc. Cit.

62 SANTIBÁÑEZ, Fernando, SANTIBÁÑEZ, Paula y GONZÁLEZ, Paulina. El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. La transición hacia la gestión del agua en los nuevos escenarios climáticos de Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 2017. 60p.

63 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

64 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Segunda comunicación nacional de Chile ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. 2011. 289p.

65 VICUÑA “*et al*”. 2013. Loc. Cit.

66 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

67 SANTIBÁÑEZ “*et al*”. 2017. Loc. Cit.

68 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

Siguiendo la tendencia, en la zona sur de Chile también se esperan incrementos en las temperaturas medias estivales e invernales, en menor magnitud que las zonas anteriores, pero que alcanzarán al 2050 los 1,9 y 1,2 °C, respectivamente. Por otro lado, y continuando la tendencia del resto del país, se espera una disminución de 13% en la precipitación media anual^{69, 70}.

Finalmente, la zona austral del territorio tampoco es inmune a los efectos del cambio climático antrópico para Chile, observándose un incremento de 1,2 y 1,5 °C en las temperaturas medias estivales e invernales, respectivamente. Respecto a la precipitación media anual, se espera que ésta disminuya en 1,9%, pero adicionalmente se espera que se incremente la precipitación líquida por sobre la sólida^{71, 72, 73}.

Los efectos antes señalados tienen importantes impactos sobre el ciclo hidrológico, generando amenazas respecto a la disponibilidad de recursos hídricos para diferentes usos. Se ha observado un incremento sostenido en las temperaturas, y un retroceso de las masas glaciares a lo largo de Chile, afectando su capacidad de retención natural⁷⁴. Estas tendencias han sido evidentes en la zona sur y austral del país, en donde se han observado algunas de las tasas de pérdida glaciaria por fusión más altas del mundo. De igual modo, se ha observado una acelerada tasa de pérdida en los glaciares andinos, y se espera que muchos de éstos desaparezcan entre los próximos 15 a 25 años⁷⁵. Por otro lado, se observa y prevé un incremento en la altitud de la isoterma cero (línea en donde la precipitación líquida se convierte en sólida: nieve), reduciendo el área capaz de almacenar nieve durante años sucesivos⁷⁶. Todo lo anterior se intensificará al 2050 y 2100.

El retroceso y/o pérdida de glaciares y/o línea de nieves tendrá efectos significativos sobre el suministro de agua, dado que éstos representan una reserva estratégica de agua dulce. Estos aportan con suministro de agua en el verano a las cuencas del norte y centro de Chile, además de algunas cuencas en la zona sur y austral. De igual modo, son los principales medios de recarga para lagos y aguas subterráneas, siendo la última opción para períodos prolongados de sequía⁷⁷. Esto implica que la escorrentía se verá afectada en magnitud y estacionalidad,

69 SANTIBÁÑEZ "et al". 2017. Loc. Cit.

70 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

71 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

72 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. 2011. 289p.

73 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

74 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

75 NEARY, Daniel & GARCIA-CHAVESICH, Pablo. Climate change impacts on municipal, mining and agricultural water supplies in Chile. Hydrology and Water Resources in Arizona and the Southwest Proceedings of the 2008 Meetings: Hydrology Section Arizona-Nevada Academy of Science. 38: 53-57. 2008.

76 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

77 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Chile. Climate change impacts on water systems. In: Organization for Economic Co-operation and Development. Water and Climate Change Adaptation: Policies to Navigate Uncharted Waters. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France. 2013. pp: 131-133.

presentando los máximos caudales en primavera y limitando la disponibilidad de agua en verano⁷⁸; generando un incremento en los meses de déficit hídrico, para prácticamente la totalidad de las cuencas hidrográficas a lo largo de Chile⁷⁹.

Se prevé, a corto plazo, que la disminución de escorrentía será particularmente intensa para todas las cuencas al norte del río Cautín (Región de La Araucanía), mientras que las restantes observarán reducciones de menor magnitud. Sin embargo, a mediano plazo, todas las cuencas presentarán reducciones significativas⁸⁰.

Lo anterior repercutirá sobre los ecosistemas presentes en las cuencas hidrográficas y sus servicios ecosistémicos. Se espera una reducción de la capacidad de éstos de disminuir por medio de la dilución, los contaminantes presentes en los ríos y lagos; y a su vez un incremento de la turbiedad del caudal, limitando o volviendo más costosos usos como la recreación/turismo y la potabilización⁸¹. Esto, además, generará una pérdida considerable de biodiversidad y capital natural a lo largo de Chile. Por otro lado, disminuirá su capacidad como agentes naturales de regulación de caudal, incrementando el riesgo de desastres socio-naturales⁸².

Las más recientes investigaciones indican que el cambio climático antrópico es el responsable de al menos un 25% de déficit hídrico nacional. Lejos de mejorar la situación, todas las modelaciones apuntan a que en el futuro se incremente el déficit hídrico, y el porcentaje de participación del cambio climático⁸³.

El impacto observado ya es sustancial, respecto a la disminución de recursos hídricos superficiales, subterráneos y ecosistemas. Adicionalmente, y más allá del déficit hídrico y la sequía, estos eventos propician la ocurrencia de olas de calor, incremento en el riesgo de incendios forestales, pérdida de vegetación que incrementa los riesgos de erosión y movimientos en masa, entre otros⁸⁴. En definitiva, el déficit hídrico producto del cambio climático se transforma en una amenaza, que puede evolucionar perfectamente a multi-amenazas.

Por otro lado, el cambio climático también generará efectos de interferencia sobre las variaciones interanuales de precipitación; así como los eventos ligados al El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) y la Oscilación Antártica (OAA). En consecuencia, se espera un impacto tanto en la frecuencia como en la intensidad de eventos extremos como sequías e inundaciones^{85, 86}.

78 MEZA, Francisco, WILKS, Daniel, GUROVICH, Luis & BAMBACH, Nicolás. Impacts of Climate Change on Irrigated Agriculture in the Maipo Basin, Chile: Reliability of Water Rights and Changes in the Demand for Irrigation. *Journal of Water Resources Planning and Management* 138: 421-430. 2012.

79 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2013. Loc. Cit.

80 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2013. Loc. Cit.

81 FUSTER "et al". 2017. Loc. Cit.

82 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2013. Loc. Cit.

83 Center for Climate and Resilience Research (CR2). Report to the Nation. The 2010-2015 mega-drought: A lesson for the future. Center for Climate and Resilience Research. Santiago, Chile. 2015. 26p.

84 Center for Climate and Resilience Research (CR2). 2015. Loc. Cit.

85 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2013. Loc. Cit.

86 FUSTER "et al". 2017. Loc. Cit.

En definitiva, es posible afirmar que el cambio climático antrópico se vuelve un riesgo estratégico para Chile. La escasez de agua proyectada en el norte y centro del país, así como en la zona sur, generará una mayor competencia por su uso. Esto incrementará los conflictos por el acceso, pero de igual modo limitará la producción de agua potable, alimentos y manufacturas, lo que podría incidir sobre la estabilidad social respecto a la obtención de agua en la red, alimentos a precios accesibles y los efectos sobre la economía y generación de empleos.

Tensiones, conflictos y desafíos

Tensiones a diferentes escalas geográficas

Las crecientes presiones sobre el agua, producto de la escasez física, incremento de la población y contaminación de la misma, socavan la seguridad hídrica contribuyendo a la generación de otras inseguridades, como la alimentaria, migración y tensiones escalables a conflictos⁸⁷. Las tensiones relacionadas a la disponibilidad y acceso a recursos hídricos pueden surgir a diferentes escalas geográficas. Los hechos observados en distintos lugares del mundo indican que los conflictos violentos directos sobre el agua usualmente se han observado a nivel local, ya sea por los conflictos de acceso a puntos de captación o bien la privatización del agua potable^{88, 89}.

Cabe señalar que las tensiones relacionadas a los recursos hídricos no solo ocurren en escenarios de escasez, que condicionan la disponibilidad y el acceso, sino que también cuando no existen limitaciones severas. Esto se observa particularmente cuando existen asignaciones y usos que puede ser considerados como controvertidos, debido a la coexistencia de usos y usuarios con visiones contrapuestas en un territorio^{90, 91, 92}.

Lo anterior, de no ser resuelto mediante mecanismos validados por las partes, puede derivar en conflictos al interior de los Estados o entre Estados. A nivel nacional, las tensiones se dan entre diferentes grupos con intereses contrapuestos y/o competitivos, como la agricultura, la industria, minería, el turismo, grupos ecologistas y habitantes del territorio, en función de políticas nacionales que afectan la gestión del agua^{93, 94}.

87 GLEICK, Peter & ICELAND, Charles. Water, security, and conflict. World Resources Institute (WRI) and Pacific Institute. Washington D.C., United States of America. 2018. 14p.

88 GLEICK, Peter. Water and Conflict. Fresh water resources and international security. International Security 18 (1): 79-112. 1993.

89 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Water and Violent Conflict. Development Assistance Committee (DAC) of Organization for Economic Co-operation and Development. Washington D.C., United States of America. 2005. 10p.

90 KRAMER, Annika. Water and Conflict. (Policy briefing for USAID). Berlin, Bogor, Washington, DC: Adelphi Research, Center for International Forestry Research, Woodrow Wilson International Center for Scholars. Berlin, Germany. 2004. 23p.

91 GLEICK. 1993. Loc. Cit.

92 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

93 GLEICK. 1993. Loc. Cit.

94 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

La competencia de uso, su disponibilidad y asignación puede llevar a situaciones de violencia a baja escala, las que pueden evolucionar y convertirse en situaciones de inestabilidad a escala regional o incluso nacional. Estas situaciones, en un principio, pueden manifestarse como actos de desobediencia civil, entre ciudadanos y autoridades, pero pueden escalar y convertirse en hechos violentos como protestas y sabotajes si es que no se logra establecer un diálogo adecuado⁹⁵.

En tanto, a nivel internacional, las tensiones se han observado entre países que comparten fuentes hídricas en donde su inadecuada gestión podría obstaculizar el desarrollo sostenible. Dichos problemas indirectamente impulsan la pobreza, la migración y la inestabilidad social; factores causantes de exacerbar otros conflictos violentos no relacionados con el agua^{96, 97}.

Mientras que, a escala global, también se pueden suscitar tensiones con probabilidad de escalar a conflictos, respecto al acceso directo de un bien estratégico como el agua, así como por los productos alimenticios y manufacturas que dependen de ésta para su elaboración^{98, 99}.

Cabe señalar que los factores culturales, políticos y socioeconómicos determinarán si las tensiones conducen a situaciones de conflicto más violentas. Al igual que el cambio climático, la escasez o problemas de acceso o asignación de recursos hídricos, actúa como un agente multiplicador de amenazas y un acelerador de las inestabilidades existentes, ya sea al interior del Estado o entre Estados^{100, 101}.

Dicho patrón se ha observado en gran parte de África septentrional y subsahariana, así como en algunas regiones de Oriente Medio. En estos sitios el agua ya no satisface las necesidades de las poblaciones presentes en el territorio, a lo cual se suma el incremento poblacional y de la demanda^{102, 103, 104}.

Escalada de tensiones por el agua

Las inquietudes que desencadena el estrés hídrico se expresan en diferentes formas, incluidas la desobediencia civil, los que se describen a continuación:

Disturbios civiles e inestabilidad: Serie de actividades en que las personas participan para expresar su insatisfacción, generalmente sobre su gobierno o los admi-

95 Ibíd.

96 GLEICK. 1993. Loc. Cit.

97 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

98 GLEICK. 1993. Loc. Cit.

99 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

100 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

101 GLEICK & ICELAND, 2018. Loc. Cit.

102 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

103 CNA. 2017. Loc. Cit.

104 GLEICK & ICELAND, 2018. Loc. Cit.

nistradores de recursos hídricos. Estas actividades incluyen disturbios, protestas y huelgas^{105, 106}.

Violencia local o localizada: Esto se refiere a los combates que se pueden originar entre civiles particulares o comunidades, con otros grupos o policías o agencias de seguridad del Estado. Las acciones tienen relación con violencia entre comunidades, grupos con intereses comunes o territorios. El estallido de reacciones de violencia localizada generalmente no están relacionadas directamente con el estrés hídrico, pero este puede ser un factor de importante contribución en contextos de violencia generalizada. Cabe señalar que, cuando existen mecanismos lo suficientemente sólidos de resolución de conflictos tales controversias no se observan¹⁰⁷.

Terrorismo, insurgencias y guerras civiles: Corresponde a luchas violentas que involucran una serie de actores no estatales, que compiten por influencia para controlar el territorio, poblaciones o recursos naturales. Dichos grupos pueden ser milicias u organizaciones terroristas, que emplean pequeñas unidades y redes para mezclarse en el territorio y socavar las bases sociales o de los gobiernos locales. Estos grupos han demostrado su capacidad para explotar condiciones políticas, económicas y sociales en sus áreas de operación en búsqueda de beneficios propios. Destacan por presentar luchas violentas para competir por la legitimidad e influencia. El estrés hídrico presenta condiciones ideales a estas organizaciones para explotar el agua como una moneda de cambio, reemplazando la función del Estado para generar lealtades iniciales, que luego son sostenidas en el tiempo mediante el ejercicio de la violencia. Por otro lado, también se ha observado la interrupción del acceso al agua con la finalidad de generar coacción y un debilitamiento de un adversario, infligiendo la presión para convertir a la población¹⁰⁸. Este tipo de tensiones, ligado al acceso a los recursos hídricos, se ha observado en diferentes áreas de África y Oriente Medio¹⁰⁹. En este mismo también existe el riesgo de grupos organizados que busquen desarticular, interrumpir o derechamente boicotear fuentes de captación, almacenamiento y de distribución a la población.

Conflictos entre Estados: Esta categoría puede considerar dos variantes. La primera tiene relación con la competencia entre Estados, sin alcanzar conflictos armados; y la segunda considera derechamente un conflicto armado. Si bien es poco probable que hoy en día dos Estados se embarquen en un conflicto armado convencional, es innegable el incremento de la competencia y tensiones sobre los recursos hídricos entre naciones que comparten fuentes en común; particularmente si estas regiones se encuentran en contextos de escasez. Luego, el incremento del estrés hídrico puede poner a prueba los mecanismos multilaterales para la

105 CNA. 2017. Loc. Cit.

106 GLEICK & ICELAND, 2018. Loc. Cit.

107 CNA. 2017. Loc. Cit.

108 CNA. 2017. Loc. Cit.

109 Ibid.

resolución de controversias y disputas que, sobrepasado cierto nivel de tensión, podría contribuir como un factor decisivo en la entrada a un conflicto¹¹⁰.

Algunos ejemplos se observaron en África que, si bien no hubo una guerra propiamente tal, sí existió una operación militar que utilizó movimiento de tropas y la toma de control de infraestructura hídrica en Angola por parte de tropas sudafricanas en 1986. Por otro lado, en el marco de las guerras yugoslavas, los serbio-bosnios mediante una operación militar tomaron el control de instalaciones de agua potable de la ciudad de Sarajevo como un objetivo militar en 1992^{111, 112}.

Estudios indican que la probabilidad de conflictos internacionales se incrementarán en cuencas transnacionales al presentar cambios del entorno físico, como la construcción de embalses, o desviación de cauces por planes de irrigación o factores político-sociales como las divisiones internas en una nación. Otro factor que será determinante es la inexistencia de tratados de gestión sobre las aguas transfronterizas, más allá de los potenciales acuerdos implícitos entre las partes^{113, 114}.

Las inquietudes que desencadena el estrés hídrico pueden ir escalando producto de distintos factores. Inestabilidades locales, producto de una inapropiada resolución de conflictos asociados al acceso, calidad, uso, entre otros, puede dar paso a disturbios civiles y descontento sobre los gestores y/o el Estado. La situación puede ir escalando, sobre todo en contextos de violencia local, generando respuestas más fuertes, complejas y violentas por parte de las comunidades locales desatendidas (o grupos de poder oportunistas). Este es un punto de inflexión, dado que la situación aún es posible de solucionar por parte del Estado sin necesidad de establecer respuestas coercitivas (Figura 4)¹¹⁵.

El siguiente nivel se caracteriza por la forma de operar de estos grupos, debido a la formación de redes y la infiltración en el tejido social. Grupos insurgentes o terroristas, que utilicen el agua como una medida de presión o bandera de lucha oportunista, son complejos de solucionar. Si las acciones terroristas son efectuadas por grupos que actúan sobre terrenos soberanos de otros Estados, puede desencadenar tensiones inter-Estados (Figura 4)¹¹⁶.

Finalmente, si el conflicto por recursos hídricos supone la gestión de una fuente en común que trasciende fronteras, el conflicto por el agua puede suponer un desencadenamiento de respuestas que puede derivar en competencias

110 Ibíd.

111 GLEICK, Peter. *Water Conflict Chronology*. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security. Oakland, United States of America. 2006. 44p.

112 Catholic Relief Services (CRS). *Agua y conflicto. Incorporar la construcción de paz al Desarrollo de agua*. United States Conference of Catholic Bishops. Baltimore, United States of America. 2009. 134p.

113 GLEICK. 2006. Loc. Cit.

114 Catholic Relief Services (CRS). 2009. Loc. Cit.

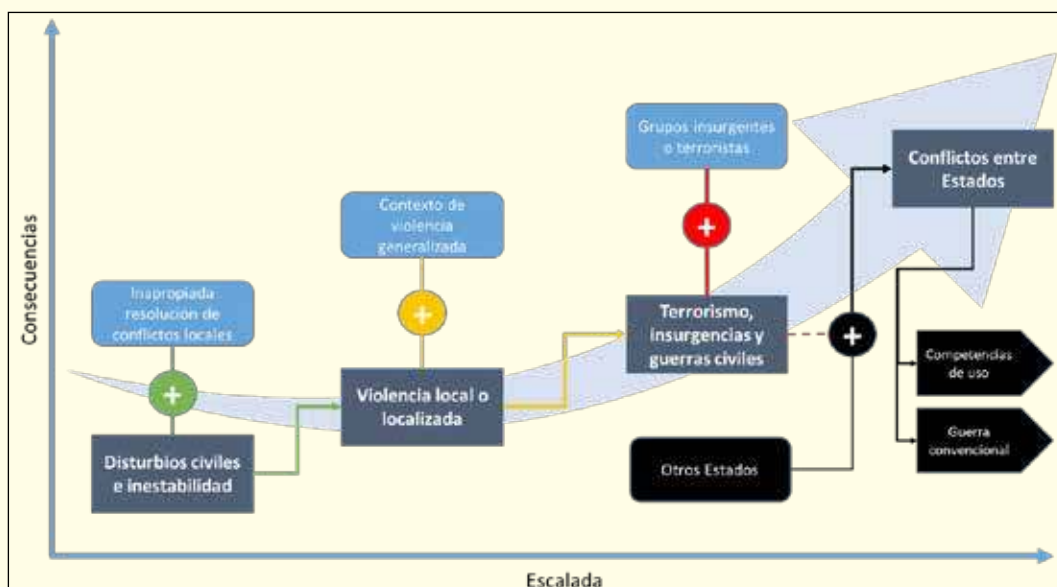
115 CNA. 2017. Loc. Cit.

116 CNA. 2017. Loc. Cit.

de uso; las que pueden ser corregidas mediante mecanismos multilaterales. Sin embargo, si se considera el incremento en la escasez producto del cambio climático, y su efecto como multiplicador y acelerador de tensiones, los hechos podrían desembocar en conflictos beligerantes entre Estados en disputa (Figura 4)¹¹⁷.

Figura 4

Escalada de tensiones y conflictos aplicada sobre disponibilidad, acceso, asignaciones y uso de recursos hídricos. (Elaboración propia).



Las tensiones anteriores se deben a que el agua, además de ser un bien fundamental de uso directo, también es vital para sostener ecosistemas y medios de vida y/o producción. Luego, si el medio de vida o de producción se limita, las personas se ven obligadas a emigrar o buscar otras opciones para subsistir. Si a ello se le suma, en contextos rurales, limitantes de reconversión económica, a menudo la respuesta es migrar a centros urbanos en busca de oportunidades de empleo. Esto a su vez genera un efecto sobre la capacidad de las ciudades en sostener poblaciones, entregar empleos y recursos para su subsistencia. En consecuencia, las migraciones producto de la escasez de recursos hídricos, también pueden considerarse como una medida de tensión entre comunidades, tanto nacionales como interestatales¹¹⁸.

117 Ibíd.

118 KRAMER. 2004. Loc. Cit.

Por lo tanto, los escenarios de escasez hídrica a distintas escalas pueden ser considerado por los Estados como un asunto de seguridad nacional^{119, 120}. Por ello, se debe tener especial cuidado en verificar si los mecanismos de gestión y resolución de conflictos responden a las necesidades crecientes de los usuarios de agua y de la sociedad en su conjunto. Si esto no es así, se generarán tensiones, las que ante un escenario de cambio climático antrópico se incrementarán. Por ello, los autores matizan e indican que estos desafíos pueden ser abordados desde la perspectiva de la cooperación, con la posibilidad de gestionar de manera eficaz los recursos hídricos tanto intra estatales como interestatales.

Causas de tensiones en Chile

Como se mencionó previamente, es posible indicar que hoy en Chile existe una marcada escasez de recursos hídricos en muchas cuencas del país. Dicha escasez es física (menor oferta de escorrentía) pero, en otros casos, responde a la excesiva demanda de agua producto del sobre otorgamiento de DAA, así como la concentración de éstos en pocos usuarios^{121, 122, 123, 124}.

Por otro lado, autores como Fuster “*et al*”¹²⁵, indican que el actual mecanismo de gestión de aguas contribuye a intensificar los efectos de escasez hídrica, siendo aún más complejo ante los efectos del cambio climático. Esto, dado que el actual sistema no hace variar el consumo potencial en función de la disponibilidad física real en la unidad de administración; por tanto, promueve la distribución inequitativa en términos territoriales. Esto genera una sobre exigencia de la capacidad natural del sistema requiriendo más agua que la que el mismo puede producir.

Sumado a lo anterior, los mecanismos de resolución de conflictos que actualmente operan han generado variadas tensiones a nivel local y nacional¹²⁶. Esto, dado que se opera en función de cuotas de poder, asociado al número de DAA, limitando la toma de decisiones que sean validas por el conjunto de los usuarios. Por otro lado, se excluye en la gestión el aporte de la sociedad civil, situación que también le ocurre al capital natural y los ecosistemas, toda vez que el Código de Aguas no los considera apropiadamente^{127, 128}.

119 Green Cross International. National Sovereignty and International Watercourses. Green Cross International. The Hague, Netherlands. 2000. 102p.

120 VAN DER MOLEN, Irna & HILDERING, Antoinette. Water: cause for conflict or co-operation? Journal on Science and World Affairs. 1 (2): 133-143. 2005.

121 SOTO. 2013. Loc. Cit.

122 FUSTER “*et al*”. 2017. Loc. Cit.

123 Ministerio de Justicia. Decreto con Fuerza de Ley 1122. Fija texto del Código de Aguas. Ministerio de Justicia. Santiago, Chile. 2018. 77p.

124 Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). Historia de la Ley N° 20.017. Modifica el código de Aguas. [En línea]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [Fecha de consulta: 17 de junio 2019]. Disponible en: <<https://www.leychile.cl/Navegar/scripts/obtienearchivo?id=recursoslegales/10221.3/512/5/HL20017.pdf>>.

125 FUSTER “*et al*”. 2017. Loc. Cit.

126 LARRAIN, Sara & SCHAEFFER, Colombina. Conflicts over water in Chile: between human rights and market rules. The Council of Canadians. Santiago, Chile. 2010. 57p.

127 Ministerio de Justicia. 2018. Loc. Cit.

128 Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). 2019. Loc. Cit.

Diagnóstico desde la perspectiva de la planeación estratégica

Análisis situacional

Se realizó un diagnóstico en función de la información recopilada, desde la perspectiva de la planeación estratégica, mediante la adaptación de un análisis situacional, conocido como análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA)^{129, 130, 131}.

Para ello, se entendió como fortalezas a todos aquellos factores bajo control del Estado de Chile, que generen ventajas o beneficios ante el escenario climático e hídrico futuro; mientras que se consideró como oportunidades a todas aquellas circunstancias del entorno que son potencialmente favorables para Chile. Las debilidades hacen referencia a deficiencias o carencias que presenta el Estado (bajo su control), que generan vulnerabilidades y desventajas ante los escenarios futuros. Finalmente, las amenazas, al igual que las oportunidades, representaron factores del entorno (circunstancias), que no son controlables por parte del Estado ante escenarios de cambio^{132, 133, 134}.

Las componentes antes señaladas, fueron desagregadas y luego se realizó una revisión bibliográfica de fuentes especializadas y una lluvia de ideas de los autores, con la finalidad de coleccionar información que permita identificar, priorizar y describir las principales problemáticas sobre recursos hídricos en Chile ante un escenario de cambio climático antrópico^{135, 136}. A continuación, se desagregan las componentes Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

Fortalezas

Entre las fortalezas identificadas se distingue la condición institucional y de gestión, dada la existencia de un Estado de derecho y una estructura estatal sólida. Chile es clasificado como un Estado estable en función del Índice de Fragilidad de los Estados^{137, 138}. Por otro lado, destaca la existencia de diferentes normativa,

129 RAMÍREZ, José. Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas, Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 2009. 7p.

130 DE LOJA, Tm, TÁJAR, Huetór & Villanueva, Mesía. Gestión sostenible del agua mediante la mejora de la responsabilidad común en las cuencas de los ríos mediterráneos. Análisis DAFO y Plan Estratégico para la cuenca inferior del Alto Genil. Diputación de Granada. Granada, España. 2011. 42p.

131 ÁLVAREZ, Nelson. Sistema de optimización de recursos hídricos. Plan de negocios para optar al grado de magíster en administración. Facultad de Economía y Negocios. Universidad de Chile. Antofagasta, Chile. 2014. 60p.

132 RAMÍREZ. 2009. Loc. Cit.

133 DE LOJA "et al". 2011. Loc. Cit.

134 ÁLVAREZ. 2014. Loc. Cit.

135 RAMÍREZ. 2009. Loc. Cit.

136 DE LOJA "et al". 2011. Loc. Cit.

137 The fund for peace (FFP). My: FSI country analysis. [En línea]. The fund for peace. [Fecha de consulta: 10 junio 2019a]. Disponible en: <<http://fundforpeace.org/fsi/myfsi/myfsi-country-analysis/>>.

138 The fund for peace (FFP). Fragile States Index. [En línea]. The fund for peace. [Fecha de consulta: 12 junio 2019b]. Disponible en: <<http://fundforpeace.org/fsi/>>.

políticas y estrategias respecto a la gestión de recursos hídricos^{139, 140}. Lo anterior no implica necesariamente que la gestión del Estado de Chile, y sus recursos hídricos, estén ajenos a conflictos, ineficiencias o problemas de gobernanza, sino que únicamente se identifica el hecho de que existen instrumentos normativos y una estructura fiscal funcional.

Oportunidades

En tanto, entre las oportunidades, fue posible identificar dos tipos: las biofísicas y las de gestión compartida y colaboración.

Respecto a las biofísicas, se detecta un aspecto potencialmente positivo ante los escenarios de cambio climático para Chile, que tiene relación con el incremento de precipitaciones en sitios específicos de la zona norte del país, así como en la zona austral (regiones de Aysén y Magallanes)^{141, 142, 143, 144}. Por otro lado, para la zona austral del país, también se espera un incremento de las temperaturas^{145, 146, 147, 148}. Lo anterior implica, en una primera derivada, un incremento en la oferta hídrica y la habilitación de condiciones para el establecimiento de actividades productivas como la agricultura. No obstante, estos efectos también generarán un incremento del riesgo de ocurrencia de desastres socio-naturales y alteraciones ecológicas considerables.

En tanto, las oportunidades asociadas a la gestión derivan de las opciones de la administración compartida y colaborativa en cuencas transfronterizas (ya sean ríos, lagos o lagunas, o incluso acuíferos) con países vecinos. Chile comparte con el Perú tres cuencas, con Perú-Bolivia siete, solo con Bolivia otras siete, con Bolivia-Argentina una, y finalmente con Argentina, debido a la extensa frontera, se comparten cuarenta cuencas^{149, 150, 151, 152}.

Otro flanco tiene relación con la capacidad para generar colaboraciones internacionales ante escasez de recursos hídricos en el mundo y la región, que convierten

139 Ministerio de Obras Públicas (MOP). 2013. Loc. Cit.

140 Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos. 2015. Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015. Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Santiago, Chile. 101p.

141 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

142 VICUÑA "et al". 2013. Loc. Cit.

143 SANTIBÁÑEZ "et al". 2017. Loc. Cit.

144 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

145 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

146 VICUÑA "et al". 2013. Loc. Cit.

147 SANTIBÁÑEZ "et al". 2017. Loc. Cit.

148 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

149 Green Cross International. 2000. Loc. Cit.

150 VAN DER MOLEN & HILDERING. 2005. Loc. Cit.

151 DOUROJEANNI, Axel, CHEVALERAUD, Ylang. & ACEVEDO, Pablo. Las mesas del agua y la gestión de cuencas en Chile. Estudio de Caso: Región de Atacama, Chile. Innova-Chile CORFO. Santiago, Chile. 2010. 63p.

152 ÁVILA, Nicole & OCTAVIO, Amalia. Aguas transfronterizas. Centro de Derecho y Gestión de Aguas UC (CDGA). Santiago, Chile. 2018. 10p.

a Chile, y sus reservas, como una opción estratégica desde la perspectiva de ayuda humanitaria, o incluso desde la óptica comercial^{153, 154, 155, 156}.

Debilidades

Pese a los aspectos positivos indicados previamente, se observaron debilidades que tiene relación con las condiciones institucionales y de gestión, así como problemas asociados a la planificación e infraestructura.

Desde las condiciones institucionales y de gestión, es necesario señalar la excesiva distribución de competencias administrativas y legales sobre la componente agua en el Estado de Chile, lo cual dificulta las respuestas/tomas de decisiones. Actualmente existen 39 agencias del Estado con diferente grado de competencias sobre los recursos hídricos¹⁵⁷.

Por otro lado, se ha detectado una escasa capacidad operativa y limitación de financiamiento de instituciones de control y fiscalización de aguas¹⁵⁸. Es más, también existen dificultades en la resolución de controversias respecto a acceso, asignación y usos de DAA en Chile; tanto desde la administración y gestión del Estado, como desde las Organizaciones de Usuarios de Aguas^{159, 160}.

Lo anterior se vuelve particularmente complejo respecto a la asignación de caudales ante presencia de cuencas con estrés hídrico¹⁶¹. Esto, a su vez, redundando en un incremento en las tensiones por acceso y disponibilidad de recursos hídricos, y las posteriores controversias por las asignaciones y usos de los mismos^{162, 163, 164, 165}.

Adicionalmente, y al igual que en otras materias, existe una serie de instrumentos perversos de la política pública que incentiva la sobreexplotación de recursos hídricos^{166, 167}. Un ejemplo de ello es la exigencia de incrementar la superficie regada con el caudal optimizado ante el establecimiento de riego eficiente, lo que se vuelve paradójico y complejo de ejecutar en cuencas deficitarias o con estrés hídrico.

153 GLEICK. 1993. Loc. Cit.

154 Green Cross International. 2000. Loc. Cit.

155 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

156 VAN DER MOLEN & HILDERING. 2005. Loc. Cit.

157 Banco Mundial. Chile. Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua. Departamento de Desarrollo Sostenible. Región para América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Santiago, Chile. 2013. 93p.

158 Ibid.

159 GLEICK. 1993. Loc. Cit.

160 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

161 FUSTER "et al". 2017. Loc. Cit.

162 KRAMER. 2004. Loc. Cit.

163 GLEICK. 1993. Loc. Cit.

164 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

165 SOTO. 2013. Loc. Cit.

166 SOTO. 2013. Loc. Cit.

167 FUSTER "et al". 2017. Loc. Cit.

Finalmente, también se detectó una falta de visión estratégica a mediano y largo plazo, al carecer de respuestas sólidas de adaptación al cambio climático. Si bien existen estructuras marcos (política y estrategias nacionales), escasean las respuestas concretas¹⁶⁸, y en particular en materia de recursos hídricos.

Desde la perspectiva de la planificación e infraestructura, cabe señalar algunas debilidades estratégicas del Estado de Chile respecto a la gestión del territorio. Hoy existe una considerable concentración de población en cuencas de escasa oferta hídrica que no aseguran la satisfacción de demanda básica de consumo (actuales y futuras)¹⁶⁹. En estas mismas cuencas, y gran parte de la zona centro y norte de Chile, escasean los sistemas de acumulación de aguas¹⁷⁰, así como la implementación de redes de monitoreo y medición de caudales/precipitación en cuencas cordilleranas y acuíferos a lo largo del país¹⁷¹, que permitan generar mejoras de gestión y la adecuada administración de recursos hídricos.

Amenazas

Desde el análisis bibliográfico se desprendieron dos tipos de amenazas: las biofísicas y las asociadas a tensiones y conflictos potenciales.

Entre las biofísicas, los diferentes escenarios de cambio climático para Chile proyectan una disminución de precipitaciones y por ello de la escorrentía en la zona norte, centro y sur de Chile^{172, 173, 174, 175}. Por otro lado, el incremento de la temperatura y la altitud de la isoterma cero, que disminuirá la capacidad de almacenamiento natural en la zona norte, centro y sur de Chile^{176, 177, 178, 179}. Esto lleva además a la pérdida de masas glaciares a lo largo de todo Chile^{180, 181, 182} (los que también se encuentran amenazados por la carencia de una ley que los proteja y el daño derivado de diferentes actividades productivas).

La reducción de la escorrentía repercute, además, en un incremento del riesgo de pérdida de capital natural y contaminación de aguas por menor capacidad de dilución de agentes y elementos contaminantes^{183, 184}.

168 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

169 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

170 *Ibíd.*

171 *Ibíd.*

172 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

173 VICUÑA *"et al"*. 2013. Loc. Cit.

174 SANTIBÁÑEZ *"et al"*. 2017. Loc. Cit.

175 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

176 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

177 VICUÑA *"et al"*. 2013. Loc. Cit.

178 SANTIBÁÑEZ *"et al"*. 2017. Loc. Cit.

179 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

180 NEARY & GARCIA-CHAVESICH. 2008. Loc. Cit.

181 Banco Mundial. 2011. Loc. Cit.

182 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2013. Loc. Cit.

183 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2013. Loc. Cit.

184 FUSTER *"et al"*. 2017. Loc. Cit.

Finalmente, cabe señalar que los efectos anteriores incrementa la probabilidad de ocurrencia de eventos hidrogeológicos extremos, tales como sequías, inundaciones y otros eventos derivados como enfermedades y riesgo de escasez de alimentos y agua para consumo humano y bebida animal^{185, 186}.

Por otro lado, entre las amenazas asociadas a tensiones y conflictos potenciales destacan la existencia de cuencas compartidas con países vecinos (Perú 3, Perú-Bolivia 7, Bolivia 7, Bolivia-Argentina 1 y Argentina 40). Esto, de no mediar medidas proactivas de gestión y administración compartida/cooperativa, podría generar la apertura de 58 casos de tensión internacional^{187, 188}.

En tanto, la escasez de recursos hídricos en el mundo y la región no solo convierte a Chile y sus reservas en un socio estratégico; sino que también como un blanco estratégico para el uso de la fuerza y obtención de sus recursos^{189, 190, 191}.

Balance estratégico

A partir del procedimiento previo, se realizaron diferentes análisis de información para la obtención de un balance estratégico que indicará la posición de Chile y sus recursos hídricos ante un escenario de cambio global¹⁹².

Para ello se realizaron cruces entre Debilidades y Oportunidades, para determinar los Desafíos, que exigirán cuidadosos análisis para definir el rumbo de las políticas públicas ante escenarios de cambio. En tanto, se determinaron los Riesgos, en función del cruce entre Fortalezas y Amenazas¹⁹³.

Escenario de Desafíos para Chile y sus recursos hídricos

Considerando las complicaciones asociadas a las condiciones institucionales y de gestión, y los efectos del cambio climático para Chile, así como el incremento de las tensiones asociadas a los recursos hídricos, se vuelve urgente modernizar y fortalecer la institucionalidad pública que mantiene competencias sobre recursos hídricos en Chile. Para ello, se debe considerar inicialmente un reajuste y limitación de la cantidad de agencias estatales que tienen competencias sobre los recursos hídricos en Chile, transfiriendo dichas competencias a las agencias que serán las que administren. Luego, dichas agencias deberán ser fortalecidas a nivel territorial, con una dotación presupuestaria que le permita cumplir las obligaciones actuales y las actualizaciones que se deban realizar, las que se indican a continuación¹⁹⁴.

185 *Ibíd.*

186 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. *Loc. Cit.*

187 DOUROJEANNI *“et al”*. 2010. *Loc. Cit.*

188 ÁVILA & OCTAVIO. 2018. *Loc. Cit.*

189 GLEICK. 1993. *Loc. Cit.*

190 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. *Loc. Cit.*

191 CNA. 2017. *Loc. Cit.*

192 RAMÍREZ. 2009. *Loc. Cit.*

193 *Ibíd.*

194 Banco Mundial. 2013. *Loc. Cit.*

Se debe actualizar el mecanismo de gestión de aguas en Chile. En la actualidad, el sistema de gestión de aguas deja en manos del mercado la reasignación de DAA, los que se entregan de manera gratuita y a perpetuidad. Lo anterior genera distorsiones que no permiten una gestión adecuada a nivel territorial. Por otro lado, no existen criterios de asignación, ni mecanismos que aseguren una explotación sustentable de cuenca. En consecuencia, se propone un modelo que sea capaz de administrar de modo adecuado las aguas, considerando la flexibilidad necesaria para enfrentar los desafíos del cambio climático. Un modelo bajo directrices de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) podría ser una opción apropiada que tiene ejemplos funcionales en la Unión Europea, algunas prácticas de gestión en Australia y otras experiencias nacientes en América, como México y Brasil^{195, 196}.

No solo se requiere de una mejora en la institucionalidad y en el modelo de gestión de aguas (desafíos previos), sino que además se debe trabajar arduamente en mejorar los mecanismos de asignación, acceso y uso. Por otro lado, se debe generar un análisis de los instrumentos legales que abordan tangencialmente temas de recursos hídricos para evitar incentivos perversos de política pública que avancen en sentido contrario. Un ejemplo de ellos es la actual ley de fomento al riego de CNR que, si bien ha permitido mejorar la eficiencia en irrigación a lo largo del país e incrementar su superficie, en las cuencas del norte de Chile han mostrado efectos no compatibles a las condiciones locales, desde la perspectiva de incrementar la superficie cultivada con el ahorro por el riego eficiente. El problema es que, en las angostas cuencas del norte de Chile, las opciones posibles para expandir la agricultura solo son en condiciones de pendiente, generando un riesgo potencial, y por otro lado elimina los factores de recarga de acuífero que para cuencas como las del río Huasco y Copiapó representan la principal fuente de recarga¹⁹⁷.

Como se comentó previamente, si bien existen planes nacionales y algunas políticas sectoriales que abordan el cambio climático de modo tangencial, se requiere avanzar de manera decidida sobre medidas adaptativas. Muchas de las actuales respuestas del Estado ante desastres socio-naturales, o problemas de acceso al agua potable, se circunscriben a medidas temporales en espera de una condición de normalidad, lo cual representa un considerable costo y falta de visión estratégica. Dichas medidas no solucionan el problema de fondo, ni serán útiles para abordar los desafíos del cambio climático, por lo que se deben replantear como respuestas adaptativas al cambio climático^{198, 199}.

Así también, muchos de los actuales riesgos y tensiones territoriales se deben a problemas de dotación y acceso al agua, así como a demandas excesivas

195 SOTO. 2013. Loc. Cit.

196 FUSTER "et al". 2017. Loc. Cit.

197 SOTO. 2013. Loc. Cit.

198 Center for Climate and Resilience Research (CR2). 2015. Loc. Cit.

199 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

a la realidad de la cuenca. En ciertas cuencas, particularmente concentradas en el norte de Chile, la demanda de agua supera la oferta y la escorrentía media anual por habitante no logra asegurar el desarrollo sostenible²⁰⁰. En parte esta situación se da por la ausencia de instrumentos normativo tangenciales a la gestión del agua, que tiene relación con la ordenación del territorio. En suma, el desafío soslayado del cambio climático y evaluado desde la perspectiva hídrica, será generar un apropiado ordenamiento del territorio, con la finalidad de considerar al máximo las potencialidades de cada territorio y, por otro, lado evitar su sobre exigencia y degradación. Esto irá en beneficio directo a la cantidad y calidad de las aguas.

En tanto, el cambio climático nos obliga a replantear nuestros objetivos en infraestructura, tanto de almacenamiento como de desalación. Ante una menor disponibilidad a corto plazo en el norte de Chile, y considerando que la demanda continúa en crecimiento, las opciones son al menos tres: En primer lugar, establecer mecanismos de acumulación de agua en zonas altas de las cuencas que permitan, por un lado, generar colecta y almacenamiento y, por otro, el control de flujos violentos disminuyendo el riesgo de inundaciones ante eventos hidrometeorológicos extremos^{201, 202}; en segundo término, se debe pensar en el establecimiento de plantas desaladoras que permitan incrementar la oferta hídrica, tanto para uso industrial/minero o para potabilización^{203, 204}. Solo cabe señalar que se deben hacer las coordinaciones y estudios para evitar generar daños sobre el borde costero, y generar efectos negativos sobre la pesca y marisquería. En tercer lugar, la mejora en la eficiencia de conducción y uso (ya sea agrícola, potable, industrial o minero de tamaño pequeño y medio), que permitiría acotar la demanda a consumos eficientes. Cabe señalar que, hasta hace unos años en algunas cuencas deficitarias del norte de Chile, las pérdidas por conducción del sistema representaban un 20% mientras que por riego ineficiente alcanzaban hasta un 30%. Por otro lado, limitar el acaparamiento de DAA sin uso, mejorando los mecanismos de pago por no uso; así como la regulación de los tipos de uso son una necesidad imperante en el norte de Chile²⁰⁵ lo que generaría efectos positivos a escala local y nivel nacional. La tercera opción, analizada por diversos sectores productivos en el país, pero con importantes limitantes técnicas y financieras, es el establecimiento de un sistema de transferencia de caudales desde las cuencas con disponibilidad, hacia las deficitarias, mediante un acueducto o el embarque de agua cruda.

Finalmente, y en línea con lo previo, el cambio climático desafía la toma de decisiones, para lo cual se requiere contar con información meteorológica e hidrológica; por ello, se vuelve necesario reforzar las redes de monitoreo.

200 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

201 Universidad de Chile. Diagnóstico para desarrollar plan de gestión de riego en la cuenca de Copiapó. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 2016a. 172p.

202 Universidad de Chile. Diagnóstico para desarrollar plan de gestión de riego en la cuenca de Huasco. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 2016b. 227p.

203 Dirección General de Aguas (DGA). 2016. Loc. Cit.

204 SANTIBÁÑEZ "et al.". 2017. Loc. Cit.

205 SOTO. 2013. Loc. Cit.

Escenario de Riesgos para Chile y sus recursos hídricos

A pesar de la solidez del Estado de derecho en Chile^{206, 207}, la creciente escasez hídrica y su exacerbo ante escenarios de cambio climático, podrían agudizar los actuales conflictos de acceso, asignación y uso²⁰⁸. Estas tensiones de no ser manejadas de modo apropiado podrían escalar y comprometer el tejido social y la estructura del aparato público, dañando significativamente al Estado de derecho, debido al incremento de la fragilidad del Estado^{209, 210}.

Si bien existen normativas asociadas a la gestión de recursos hídricos, el análisis de situaciones en Chile, como se ha indicado, la normativa actual no responde apropiadamente ante escenarios de estrés hídrico^{211, 212}. Lo anterior ha generado tensiones locales que por el momento se ha traducido en violencia local. Sin embargo, la presión extra que generará el cambio climático, y la incapacidad de la actual normativa de generar resolución de conflictos que sea validada socialmente, genera el caldo de cultivo necesario para dar un paso más sobre la escalada de tensión a nivel territorial^{213, 214, 215}. Urge, entonces, realizar las modificaciones necesarias al actual Código de Aguas, y legislación aplicable, que permita dar respuesta a las controversias locales y solucionar conflictos locales antes que estos se agudicen. Un caso de preocupación particular es la ausencia de una normativa de glaciares y nieves, que se haga cargo de proteger y asegurar las únicas fuentes de acumulación natural que son estratégicas para las cuencas al norte del Maipo.

Al igual que el caso anterior, si bien existe normativa respecto a la protección del medio ambiente y los instrumentos de evaluación, estos requieren ser actualizados e integrar el efecto cambio climático²¹⁶. Por otro lado, hoy en Chile se observan muchos conflictos ambientales y la respuesta del Estado ha sido particularmente lenta e insuficiente. Solo basta analizar el caso de la comuna de Puchuncaví, que desde 1992 presenta episodios de contaminación complejos, que hasta el momento no han sido posibles de resolver a pesar de contar con normativas y reglamentos para tal efecto²¹⁷. Lo anterior ha suscitado una serie de hecho de violencia local. Entonces, la disminución de la precipitación y escorrentía generarán una pérdida de capital natural y biodiversidad, que generará un efecto extra de descontento local, que hoy no están siendo abordados de manera apropiada y, en consecuencia, da lugar a generar potenciales escaladas de violencia²¹⁸.

206 The fund for peace (FFP). 2019a. Loc. Cit.

207 The fund for peace (FFP). 2019b. Loc. Cit.

208 LARRAIN & SCHAEFFER. 2010. Loc. Cit.

209 CNA. 2017. Loc. Cit.

210 GLEICK & ICELAND, 2018. Loc. Cit.

211 SOTO. 2013. Loc. Cit.

212 FUSTER "et al". 2017. Loc. Cit.

213 LARRAIN & SCHAEFFER. 2010. Loc. Cit.

214 CNA. 2017. Loc. Cit.

215 GLEICK & ICELAND, 2018. Loc. Cit.

216 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

217 Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Historia ambiental de Quintero y Puchuncaví [En línea]. Ministerio de Medio Ambiente. [Fecha de consulta: 11 junio 2019] Disponible en: < https://pras.mma.gob.cl/desarrollo_historico_ventanas/>.

218 CNA. 2017. Loc. Cit.

Por otro lado, la normativa actual de aguas en Chile no prohíbe (ni limita) el uso y goce de DAA por parte de capitales extranjeros en Chile^{219, 220, 221}. En consecuencia, tampoco prohíbe su exportación como agua cruda a otros países, en la medida que se cuente con DAA. Entonces, bastaría que otros Estados, directamente o mediante una empresa que actué a su nombre, solicite DAA (de haber disponibles) o compre DAA en cualquier cuenca del país, y luego haga uso de éstos; ya sea embotellando o bien cargando sistemas de almacenamiento para trasladar el agua a cualquier destino fuera de Chile. Esto, ante un escenario de cambio climático antrópico, establece un considerable riesgo a la soberanía nacional y los intereses del Estado de Chile en la materia.

En materia internacional, de no existir aproximaciones colaborativas por parte de Chile, o bien de los países vecinos, no se podría adecuar la gestión de aguas transfronterizas y, en consecuencia, no poder actuar bajo el alero de los instrumentos multilaterales^{222, 223, 224, 225}. Esto, si no es manejado apropiadamente, podría generar tensiones Estado-Estado con resultados complejos^{226, 227}. Si bien un conflicto armado podría ser lejano en un horizonte de tiempo medio, la tensión generada se suma a otras posibles (como reivindicaciones territoriales), lo que, ante mayor presión por acceso al agua debido al cambio climático, en horizontes temporales lejanos, podría ser una opción posible de conflicto armado.

En línea con lo anterior, existe la posibilidad que otros Estados soberanos no tengan intención de actuar bajo la vía colaborativa, ni al alero de los instrumentos multilaterales^{228, 229}. Ante dichos escenarios, existiría un riesgo potencial de confrontación Estado-Estado que podría desencadenar conflictos. Mientras mayor sea la presión por acceso a recursos hídricos debido al estrés que genera el cambio climático, mayor será la posibilidad de un conflicto. Luego, la opción de que éstos sean armados o no dependerán de otras asperezas que tengan los Estados en tensión^{230, 231}.

Finalmente, la mayor incidencia de eventos hidrológicos extremos, tanto en frecuencia como en intensidad, podrían generar desastres socio-naturales^{232, 233}. Luego, respuestas lentas del Estado se podrían traducir en insatisfacciones que

219 Ministerio de Justicia. 2018. Loc. Cit.

220 Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). 2019. Loc. Cit.

221 FUSTER, Rodrigo. El código de aguas, permite la exportación de agua cruda a otros países. [En línea]. Mensaje a Jorge SOTO. 11 junio 2019. [Fecha de consulta: 11 de junio 2019]. Comunicación personal.

222 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

223 VAN DER MOLEN & HILDERING. 2005. Loc. Cit.

224 DOUROJEANNI "et al". 2010. Loc. Cit.

225 ÁVILA & OCTAVIO. 2018. Loc. Cit.

226 CNA. 2017. Loc. Cit.

227 GLEICK & ICELAND, 2018. Loc. Cit.

228 Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). 2005. Loc. Cit.

229 VAN DER MOLEN & HILDERING. 2005. Loc. Cit.

230 CNA. 2017. Loc. Cit.

231 GLEICK & ICELAND, 2018. Loc. Cit.

232 Center for Climate and Resilience Research (CR2). 2015. Loc. Cit.

233 Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2017. Loc. Cit.

pueden evolucionar a tensiones y eventualmente conflictos²³⁴. Si bien existe una mayor experiencia en Chile, respecto a las respuestas de desastres socio-naturales, la mayor intensidad y frecuencia podrían limitar éstas condicionando la respuesta de la ciudadanía.

Conclusiones

Los escenarios de cambio climático antrópico plantean, inequívocamente, que Chile se encuentra en una posición riesgosa que se incrementará a mediano plazo. Desde el punto de vista de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, nuestro país se encuentra entre las diez naciones más afectadas debido su compleja geografía, variedad de climas y ecosistemas.

El aumento de temperatura será determinante en incrementar la altitud de la isoterma cero, que se traducirá en una menor capacidad de almacenamiento natural de recursos hídricos. Esta situación será particularmente compleja para las cuencas de comportamiento nival, al norte de la región de La Araucanía. Adicionalmente, se prevé una disminución de la precipitación a nivel nacional, siendo de mayor magnitud en la zona norte y centro del país. Todo lo anterior determina la calidad futura de los recursos hídricos, e incrementa la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos que desencadenen desastres socio-ambientales.

Las condiciones anteriores generarán una seria limitación de la oferta hídrica actual. Por otro lado, existe un incremento sostenido de la demanda hídrica. Por ello, existe una alta probabilidad de no lograr satisfacer las diferentes demandas de uso en las cuencas de Chile. Esta situación se vuelve más compleja si se considera la inexistencia de obras de almacenamiento de aguas, en zonas en donde se proyectan las disminuciones de precipitación.

Así mismo, el análisis ha dejado en evidencia la existencia de graves complejidades de gestión que han llevado a muchas cuencas del país al estrés hídrico y conflictos por acceso y calidad de recursos hídricos, limitándose incluso el acceso para consumo humano.

El análisis estratégico mostró que la escasez de recursos hídricos incrementará las tensiones locales por acceso y uso de éstos. En la misma línea, el actual marco normativo no contribuye a la resolución de tensiones locales, dando posibilidad de que estas escalen en intensidad. En tanto, quedan en evidencia las debilidades de éste, dado que expone los intereses y la soberanía nacional, respecto a sus recursos hídricos, al no limitar, por ejemplo, el establecimiento, uso y aprovechamiento de éstos por parte de usuarios que exporten agua cruda. Desde otro ángulo, tampoco se cuenta con una normativa específica respecto a masas glaciares, fundamentales para almacenar naturalmente el agua en las cuencas de norte y centro del país, y como reservorios estratégicos en el sur y zona austral; las que han evidenciado retrocesos alarmantes producto del cambio climático y la intervención antrópica directa.

234 SOTO y DEL CASTILLO. 2019. Loc. Cit.

Dados los efectos esperados del cambio climático sobre los recursos hídricos, y las complejidades en el actual sistema de gestión, es que se debe trabajar en actualizar y mejorar la medición, transporte y distribución de recursos hídricos. En la misma línea, también en establecer criterios de asignación que reduzcan el riesgo de no-acceso para consumo humano, y que genere criterios socialmente aceptables para disminuir las tensiones locales por acceso y asignación. Por otro lado, se debe avanzar en la generación de estudios que permitan la acumulación, almacenamiento o producción de agua dulce en las cuencas deficitarias; ya sea mediante la construcción de embalses de cabecera (que además permitirían controlar flujos violentos); establecimiento de plantas desaladoras (que deben planificarse para evitar la degradación del fondo marino); transporte mediante ductos o embarcaciones, como ha sido llamada la idea de la carretera hídrica, que busca transportar agua desde la zona sur a las cuencas deficitarias del norte, para su posterior distribución y/o almacenamiento, pero sobre lo cual se debe evaluar limitantes de costo, calidad e impacto ambiental; mejorar la eficiencia en la conducción y uso; o incluso avanzar en la limitación de densidades poblacionales y usos, en función de las ofertas hídricas de cada cuenca.

Por ello, se debe avanzar decididamente en establecer mecanismos de adaptación y planes de acción estratégica que eviten el incremento de la escasez y los efectos ambientales, sociales y económicos que ello genera. A su vez, la traducción de los efectos anteriores sobre el incremento en las tensiones locales, que perfectamente podrán evolucionar a violencia local y conflictos. Lo anterior es urgente, dado que Chile se ha quedado rezagado y los cambios proyectados se han acelerado alarmantemente.

En materia internacional, el mejor escenario para Chile será mantenerse de manera activa integrado a las acciones multilaterales que apunten a enfrentar como comunidad global los efectos del cambio climático. Posiblemente la peor opción sea aislarse dado que lo convierte en blanco de acciones externas. Esto dado que el país cuenta con importantes reservorios, como territorios con zonas de alta pluviosidad, amplias masas glaciares y una valiosa proyección antártica que posicionan al país, ante los ojos del mundo, con estatura estratégica para enfrentar los desafíos y riesgos que impondrá el cambio climático antrópico en los próximos años.

En particular, el sector defensa deberá estar preparado para enfrentar un variopinto escenario de opciones. Con alta probabilidad la más frecuente será la ayuda humanitaria producto de desastres socio-naturales como inundaciones, movimientos en masa, sequías intensas, enfermedades, entre otras. Para dar respuesta a ello, debe existir una preparación adecuada de la fuerza y los medios para la defensa de los intereses nacionales en un escenario global de mayor riesgo de conflictos, producto de los efectos del cambio climático. Por otro lado, será fundamental contar con medios polivalentes y mecanismos autárquicos en bases y unidades desplegadas, particularmente en la componente agua, que deberá ser

correctamente transportada (buques, aeronaves y camiones cisterna), almacenadas (depósitos transportables, depósitos estratégicos en zonas complejas como desiertos o estepas), o en el peor de los escenarios obtenidas, para lo cual se deberá pensar en contar con medios para la apertura de pozos profundos (y previo estudios y mapeos hidrogeológicos), plantas desaladoras/depuradoras transportables (contenedores), incluso implementos personales de potabilización. Por otro lado, las capacidades de las fuerzas armadas constituyen un importante apoyo para el despliegue del Estado en zonas aisladas, pero también para el soporte de la comunidad científica hacia territorios apartados, como el antártico, donde se podrán buscar las mejores ideas e investigaciones que permitan satisfacer la demanda futura del importante recurso hídrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, Nelson. Sistema de optimización de recursos hídricos. Plan de negocios para optar al grado de magíster en administración. Facultad de Economía y Negocios. Universidad de Chile. Antofagasta, Chile. 2014. 60p.
- ÁVILA, Nicole & OCTAVIO, Amalia. Aguas transfronterizas. Centro de Derecho y Gestión de Aguas UC (CDGA). Santiago, Chile. 2018. 10p.
- Banco Mundial. Chile. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Región para América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Santiago, Chile. 2011. 78p.
- Banco Mundial. Chile. Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua. Departamento de Desarrollo Sostenible. Región para América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Santiago, Chile. 2013. 93p.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). Historia de la Ley N° 20.017. Modifica el código de Aguas. [En línea]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. [Fecha de consulta: 17 de junio 2019]. Disponible en: <<https://www.ley-chile.cl/Navegar/scripts/obtienearchivo?id=recursoslegales/10221.3/512/5/HL20017.pdf>>.
- Catholic Relief Services (CRS). Agua y conflicto. Incorporar la construcción de paz al Desarrollo de agua. United States Conference of Catholic Bishops. Baltimore, United States of America. 2009. 134p.
- Center for Climate and Resilience Research (CR²). Report to the Nation. The 2010-2015 mega-drought: A lesson for the future. Center for Climate and Resilience Research. Santiago, Chile. 2015. 26p.
- CNA. The role of water stress in instability and conflict. CNA- Analysis & Solutions. Washington D.C., United States of America. 2017. 59p.
- COLLAO, Víctor. La regulación jurídica de los glaciares en Chile. Memoria para optar al grado de licenciado en ciencias jurídicas. Facultad de Derecho. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. 2015. 63p.
- DE LOJA, Tm, TÁJAR, Huetór & Villanueva, Mesía. Gestión sostenible del agua mediante la mejora de la responsabilidad común en las cuencas de los ríos mediterráneos. Análisis DAFO y Plan Estratégico para la cuenca inferior del Alto Genil. Diputación de Granada. Granada, España. 2011. 42p.
- Delegación Presidencial para los Recursos Hídricos. 2015. Política Nacional para los Recursos Hídricos 2015. Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Santiago, Chile. 101p.
- Dirección General de Aguas (DGA). Atlas del Agua. Chile 2016. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile. 2016. 137p.
- DOUROJEANNI, Axel, CHEVALERAUD, Ylang. & ACEVEDO, Pablo. Las mesas del agua y la gestión de cuencas en Chile. Estudio de Caso: Región de Atacama, Chile. Innova-Chile CORFO. Santiago, Chile. 2010. 63p.

- FUSTER, Rodrigo, ESCOBAR, Cristián, ASTORGA, Karla, SILVA, Katherine y ALDUNCE, Paulina. Informe Final: estudio de seguridad hídrica en Chile en un contexto de cambio climático para elaboración del plan de adaptación de los recursos hídricos al cambio climático. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2017. 129p.
- FUSTER, Rodrigo. El código de aguas, permite la exportación de agua cruda a otros países. [En línea]. Mensaje a Jorge SOTO. 11 junio 2019. [Fecha de consulta: 11 de junio 2019]. Comunicación personal.
- GLEICK, Peter. Water and Conflict. Fresh water resources and international security. *International Security* 18 (1): 79-112. 1993.
- GLEICK, Peter. Water Conflict Chronology. Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security. Oakland, United States of America. 2006. 44p.
- GLEICK, Peter & ICELAND, Charles. Water, security, and conflict. World Resources Institute (WRI) and Pacific Institute. Washington D.C., United States of America. 2018. 14p.
- Green Cross International. National Sovereignty and International Watercourses. Green Cross International. The Hague, Netherlands. 2000. 102p.
- HERR, Leslye. Los glaciares y su protección jurídica en Chile. Memoria de Prueba para optar al grado de Licenciada en Ciencias Jurídicas y Sociales. Facultad de Derecho. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2014.333p.
- Instituto Geográfico Militar (IGM). Atlas Geográfico para la Educación. Instituto Geográfico Militar. Santiago, Chile. 2010. 216p.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Compendio Estadístico 2018. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile. 2018. 347p.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Medio Ambiente. Informe Anual 2010. Instituto Nacional de Estadísticas. Santiago, Chile. 2010. 229p.
- KAMMEYER, Cora. Water is Connected to Every Major Global Risk We Face [En línea]. Pacific Institute. [Fecha de consulta: 7 junio 2019]. Disponible en: <<https://pacinst.org/water-connected-every-major-global-risk-face/>>.
- KRAMER, Annika. Water and Conflict. (Policy briefing for USAID). Berlin, Bogor, Washington, DC: Adelphi Research, Center for International Forestry Research, Woodrow Wilson International Center for Scholars. Berlin, Germany. 2004. 23p.
- KUMMU, Matti, GUILLAUME, Joseph, DE MOEL, Hans, EISNER, Stephanie, FLÖRKE, Martina, PORKKA, Miina, SIEBERT, Stefan, VELDKAMP, Ted & WARD, Philip. The world's road to water scarcity: shortage and stress in the 20th century and pathways towards sustainability. *Scientific Reports*. 6 (38495): 1-16. 2016.

- LARRAIN, Sara & SCHAEFFER, Colombina. Conflicts over water in Chile: between human rights and market rules. The Council of Canadians. Santiago, Chile. 2010. 57p.
- MEZA, Francisco, WILKS, Daniel, GUROVICH, Luis & BAMBACH, Nicolás. Impacts of Climate Change on Irrigated Agriculture in the Maipo Basin, Chile: Reliability of Water Rights and Changes in the Demand for Irrigation. *Journal of Water Resources Planning and Management* 138: 421-430. 2012.
- Ministerio de Justicia. Decreto con Fuerza de Ley 1122. Fija texto del Código de Aguas. Ministerio de Justicia. Santiago, Chile. 2018. 77p.
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2017-2022. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. 2017. 252p.
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Segunda comunicación nacional de Chile ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente. Santiago, Chile. 2011. 289p.
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Historia ambiental de Quintero y Puchuncaví [En línea]. Ministerio de Medio Ambiente. [Fecha de consulta: 11 junio 2019] Disponible en: < https://pras.mma.gob.cl/desarrollo_historico_ventanas/>.
- Ministerio de Obras Públicas (MOP). Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025. Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile. 2013. 39p.
- NEARY, Daniel & GARCIA-CHAVESICH, Pablo. Climate change impacts on municipal, mining and agricultural water supplies in Chile. *Hydrology and Water Resources in Arizona and the Southwest Proceedings of the 2008 Meetings: Hydrology Section Arizona-Nevada Academy of Science*. 38: 53-57. 2008.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Chile. Climate change impacts on water systems. In: *Organization for Economic Cooperation and Development. Water and Climate Change Adaptation: Policies to Navigate Uncharted Waters*. Organization for Economic Co-operation and Development. Paris, France. 2013. pp: 131-133.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Water and Violent Conflict. Development Assistance Committee (DAC) of Organization for Economic Co-operation and Development. Washington D.C., United States of America. 2005. 10p.
- QUINTANA, Juan & ACEITUNO, Patricio. Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of South America (Chile): 30-43° S. *Atmósfera* 25(1): 1-22. 2012.
- RAMÍREZ, José. Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas. Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores de las Ciencias Administrativas, Universidad Veracruzana. Veracruz, México. 2009. 7p.

- SANTIBÁÑEZ, Fernando, SANTIBÁÑEZ, Paula y GONZÁLEZ, Paulina. El cambio climático y los recursos hídricos de Chile. La transición hacia la gestión del agua en los nuevos escenarios climáticos de Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 2017. 60p.
- SOTO, Jorge y DEL CASTILLO, Guillermo. Cambio climático y desastres socio-naturales: desafío para Chile y sus Fuerzas Armadas. Revista Política y Estrategia. 133: 53-95, 2019.
- SOTO, Jorge y LÓPEZ, Marcial. La gestión del riesgo de desastres y el cambio climático: las perspectivas de Sendai y el Acuerdo de París. Cuaderno de trabajo ANEPE. 7: 1-12, 2017.
- SOTO, Jorge. Estimación del valor económico total de los recursos hídricos en la cuenca del río Huasco. Escuela de Postgrado, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2013. 114p.
- The fund for peace (FFP). Fragile States Index. [En línea]. The fund for peace. [Fecha de consulta: 12 junio 2019b]. Disponible en: <<http://fundforpeace.org/fsi/>>.
- The fund for peace (FFP). My: FSI country analysis. [En línea]. The fund for peace. [Fecha de consulta: 10 junio 2019a]. Disponible en: <<http://fundforpeace.org/fsi/myfsi/myfsi-country-analysis/>>.
- United Nations Framework Convention on Climate Change. UNFCCC. Aprobación del Acuerdo de París. Naciones Unidas. París, Francia. 2015. 40p.
- Universidad de Chile. Diagnóstico para desarrollar plan de gestión de riego en la cuenca de Copiapó. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 2016a. 172p.
- Universidad de Chile. Diagnóstico para desarrollar plan de gestión de riego en la cuenca de Huasco. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. 2016b. 227p.
- VAN DER MOLEN, Irna & HILDERING, Antoinette. Water: cause for conflict or co-operation? Journal on Science and World Affairs. 1 (2): 133-143. 2005.
- VICUÑA, Sebastian, GIRONÁS, Jorge, MEZA, Francisco, CRUZAT, María, JELINEK, Mark, BUSTOS, Eduardo, POBLETE, David & BAMBACH, Nicolás. Exploring possible connections between hydrological extreme events and climate change in central south Chile. Hydrological Sciences Journal. 58: (8). 1598-1619. 2013.
- YOFFE, Shira, WOLF, Aaron & GIORDANO, Mark. Conflict and cooperation over international freshwater resources: Indicators of basins at risk. Journal of the American Water Resources Association. 39 (5): 1109-1126. 2003.