

ESTUDIO COMPARADO DE LA REGULACIÓN DE COSECHA DE AGUAS LLUVIAS

Rodrigo Castillo / Felipe Barriga / Leonardo Fernández / Gloria Gómez Ma. José Ortega / Amaya Álvez / Gladys Vidal

Serie Comunicacional CRHIAM

Servicios Ecosistémicos Agua Minería Calidad del agua Recursos Hídricos Agricultura Tecnología Innovación Investigación Cambio Climático Reutilización de aguas Ecosistemas Gestión Sustentable Aguas Subterráneas

SERIE COMUNICACIONAL CRHIAM

Versión impresa ISSN 0718-6460 Versión en línea ISSN 0719-3009

Directora:

Gladys Vidal Sáez

Comité editorial:

Sujey Hormazábal Méndez María Belén Bascur Ruiz

Serie:

Estudio comparado de la regulación de cosecha de aguas lluvias. Rodrigo Castillo, Felipe Barriga, Leonardo Fernández, Gloria Gómez, Ma. José Ortega, Amaya Álvez y Gladys Vidal. Septiembre 2022.

Agradecimientos:

Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM) ANID/FONDAP/15130015

Victoria 1295, Barrio Universitario, Concepción, Chile Teléfono +56-41-2661570

www.crhiam.cl



ESTUDIO COMPARADO DE LA REGULACIÓN DE COSECHA DE AGUAS LLUVIAS

Rodrigo Castillo / Felipe Barriga / Leonardo Fernández / Gloria Gómez Ma. José Ortega / Amaya Álvez / Gladys Vidal

ESTUDIO COMPARADO DE LA REGULACIÓN DE COSECHA DE AGUAS LLUVIAS

PRESENTACIÓN

El Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería -Centro Fondap CRHIAM- está trabajando en el tema de "Seguridad Hídrica", entendida como la "capacidad de una población para resguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para el sustento, bienestar y desarrollo socioeconómico sostenibles; para asegurar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con ella, y para preservar los ecosistemas, en un clima de paz y estabilidad política" (ONU- Agua, 2013).

La "Serie Comunicacional CRHIAM" tiene como objetivo potenciar temas desde una mirada interdisciplinaria, con la finalidad de difundirlos a los tomadores de decisiones públicos, privados y a la comunidad general. Estos textos surgen como un espacio de colaboración colectiva entre diversos investigadores ligados al CRHIAM como un medio para informar y transmitir las evidencias de la investigación relacionada a la gestión del recurso hídrico.

Con palabras sencillas, esta serie busca ser un relato entendible por todos y todas, en el que se exponen los estudios, conocimiento y experiencias más recientes para aportar a la seguridad hídrica de los ecosistemas, comunidades y sectores productivos. Agradecemos el esfuerzo realizado por nuestras y nuestros investigadores, quienes han trabajado de forma mancomunada y han puesto al servicio de la comunidad sus investigaciones para aportar de forma activa en la búsqueda de soluciones para contribuir a la generación de una política hídrica acorde a las necesidades del país.

Dra. Gladys Vidal Directora de CRHIAM

DATOS DE INVESTIGADORES



Rodrigo Castillo Abogado. Magíster en Derecho Público, Universidad de Concepción. Colaborador CRHIAM.



Felipe Barriga Bioingeniero. Diplomado en Análisis y Gestión del Ambiente, Universidad de Concepción. Ingeniero de Apoyo CRHIAM.



Leonardo Fernández
Licenciado en Educación.
Profesor de Educación Física,
Diplomado en Ergonomía.
Co fundador Cosecha Agua.
Diplomado en Recursos Hídricos para el Desarrollo
Sustentable, CRHIAM, Universidad de Concepción.



Gloria Gómez
Bioingeniera.
Colaboradora CRHIAM.
Grupo de Ingeniería y Biotecnología Ambiental
(GIBA-UdeC),
Facultad de Ciencias Ambientales,
Universidad de Concepción.



Ma. José Ortega Químico Analista. Grupo de Ingeniería y Biotecnología Ambiental (GIBA-UdeC), Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción.



Amaya Álvez
Abogada.
Doctora en Derecho,
Universidad de York, Canadá.
Profesora Titular Dpto. Derecho Público
Universidad de Concepción.
Investigadora Asociada CRHIAM.



Gladys Vidal

Doctor en Ciencias Químicas.

Programa en Biotecnología Ambiental,
Universidad Santiago de Compostela, España.

Profesora Titular Facultad de Ciencias Ambientales,
Universidad de Concepción.

Directora CRHIAM.

RESUMEN

Ante la crisis de disponibilidad de agua que afecta a Chile y al mundo, se ha acrecentado el desafío de desarrollar nuevos mecanismos, o perfeccionar algunos mecanismos tradicionales, que permitan el acceso a fuentes alternativas de aguas. Entre estas, la presente Serie Comunicacional aborda lo relativo a los sistemas de cosecha de aguas lluvia (SCALL), revisando las oportunidades para su implementación en Chile, y las dificultades o desafíos que se presentan para ello a nivel normativo e institucional. Se revisan algunas legislaciones comparadas que han desarrollado normativas nacionales o internas para la regulación y promoción de los SCALL, para luego contrastar con la normativa chilena, concluyendo en la existencia de una escasa normativa frente a una oportunidad de desarrollo de uso de aguas lluvias, y recomendaciones para incorporar prioritariamente estos sistemas en la reglamentación de calidad de aguas, políticas de recursos hídricos, y legislación que promueva su utilización y control.

INTRODUCCIÓN

Chile enfrenta en la actualidad una crisis de disponibilidad y de gestión de aguas (Naciones Unidas, 2021), viéndose afectados con ello tanto los ecosistemas como los usuarios (individuos y comunidades) más vulnerables a las situaciones de escasez.

Entre los desafíos que esta situación plantea, se encuentra la de desarrollar nuevas formas de acceso al agua o perfeccionar técnicas de acceso utilizadas de forma tradicional, para asegurar su disponibilidad en las actuales condiciones. Esto tanto para los usos considerados, desde la última reforma al Código de Aguas de 2022, como prioritarios en nuestra legislación (consumo humano y la preservación ecosistémica), como también los usos de carácter productivo, especialmente en aquellas zonas en que la poca disponibilidad de agua pone en riesgo la continuidad de dichas actividades con consecuencias en las dinámicas sociales y económicas.

Una de estas fuentes las constituye la técnica de cosecha de aguas lluvia, que consiste en la captación de precipitaciones de estas aguas a efectos de utilizarlas en diversas actividades de la vida diaria. Actualmente existe un uso informal, sobre todo en la parte centro sur del país. Debido a la necesidad

de contar con agua para variados usos, hay emprendimientos que han ido mejorando la tecnología de recogida de uso de aguas lluvias. Sin embargo, esta actividad no cuenta con una institucionalidad ni tampoco normativa y/o fiscalización que vele por la calidad de estas aguas.

En cuanto a su regulación, se aprecian en el derecho comparado diversas opciones a nivel nacional y subnacional (a nivel de regiones, provincias o estados, según la nomenclatura de cada país), que serán revisadas en el contexto de la presente serie comunicacional, atendiendo al grado de especificación, incentivo, y áreas normativas que se ven alcanzadas por lo relativo a la materia de cosecha de aguas. Luego, se revisan los aspectos regulados en Chile de acuerdo a las categorías señaladas en la legislación comparada, a efectos de diagnosticar los espacios cubiertos y los vacíos normativos que enfrenta esta actividad en nuestro país.

Por último, se identifican y analizan los aspectos a abordar a efectos de contar con una regulación más acabada y que dé impulso a los procesos de cosecha de aguas.

- 🔴 🛑

OPORTUNIDADES Y BENEFICIOS EN TORNO A LA COSECHA DE AGUAS LLUVIA EN CHILE

El cambio climático expresado a través de una disminución de disponibilidad de agua junto a la urbanización plantea una serie de desafíos críticos en la gestión del agua (Xu et al., 2020). Otras de las causas de la escasez de agua involucran aspectos como el crecimiento poblacional, lo cual ha incrementado la presión sobre el recurso hídrico, por ejemplo, disminuyendo la capacidad de los acuíferos subterráneos y, por tanto, reduciendo la disponibilidad de agua dulce para diferentes usos (consumo humano, agricultura e industrial, entre otros) (Vörösmarty et al., 2010).

En términos de urbanización, el crecimiento de la cobertura impermeable desencadena grandes cambios en el ciclo natural del agua a través de las reducciones de infiltración y evapotranspiración (Haase, 2009; Barron et al., 2013). La menor infiltración desencadena una menor recarga de acuíferos subterráneos y supone un mayor riesgo de inundación en periodos de lluvias, pero del punto de vista ambiental existe el riesgo asociado a la degradación ecológica de ambientes naturalmente húmedos lo que conduce a una

inminente pérdida de los servicios ecosistémicos (Nirupama and Simonovic, 2006; Walsh *et al.*, 2012).

Uno de los efectos del cambio climático global es la mayor intensidad de precipitaciones en un período de tiempo menor, lo cual implica más riesgo de inundaciones en zonas urbanas con mayor cobertura impermeable, lo cual se puede mitigar utilizando medidas de control pluvial como la captación de aguas lluvias. Dichos sistemas están diseñados convencionalmente para capturar y almacenar la escorrentía superficial de una cubierta impermeable (por ejemplo, techos) para proporcionar una fuente de agua diferente a las subterráneas o superficiales utilizadas convencionalmente (Gardner and Vieritz, 2010).

Una de las perspectivas para utilizar el agua captada es, por ejemplo, la restauración de caudales de base en cursos de agua que lo han perdido (Price, 2011; Hamel et al., 2013; Walsh et al., 2016). Un caso importante ha sido el ocurrido en Melbourne, Australia, donde una nueva regulación de aguas pluviales se ha puesto a prueba, incorporando requisitos para reducir el volumen y la frecuencia de la escorrentía, así como como para hacer contribuciones al flujo base (Departamento de Medio Ambiente, Tierras, Agua y Planificación DELWP, 2019). Sin embargo, lo anterior requiere una optimización de los Sistema de Cosecha de Aguas Lluvias (SCALL) principalmente en lo que concierne a la disponibilidad del espacio físico para almacenar nuevas aguas lluvias, ya que por ejemplo en períodos de invierno los sistemas presentan desbordes por la limitación de espacio disponible (Jones and Hunt, 2010; DeBusk et al., 2013).

La adopción de la cosecha de aguas lluvias es limitada incluso en países desarrollados, donde existen pocas políticas para promover esta práctica (Schiettecatte *et al.*, 2005; Fricano and Hierba 2014), pero si bien esta práctica contribuyó a la subsistencia de poblaciones de antaño, la realidad actual es muy diferente, debido a la densidad poblacional y mayor demanda de agua per cápita. Por ejemplo, en el año 1500 d.C. en Medio Oriente la demanda anual de agua per cápita estimada era de 7 m³ lo cual equivale a un 5% del uso actual de agua en Jordania, un país con escasez hídrica (Oweis, 2017). Lo anterior deja en evidencia la importancia que tiene el desarrollo de tecnologías que permitan aprovechar el recurso hídrico sobre todo para suplir una de las necesidades vitales del ser humano, la provisión de agua para su sobrevivencia y desarrollo.

Algunas oportunidades que ofrece la cosecha de aguas lluvias

En localidades rurales, la población tiende a desarrollar agricultura y/o ganadería de subsistencia, para lo cual la disposición de agua azul (agua lluvia almacenada en napas subterráneas o cuerpos superficiales) sustenta las necesidades domésticas, del ganado y de la agricultura limitada que está asociada a árboles frutales tolerantes a la sequía, cereales, plantas medicinales y hortalizas, las cuales son perennes, es decir necesitan agua adicional en la estación seca o estacionales que requieren agua adicional para superar los períodos de sequías al final de una estación normalmente húmeda (Ali et al., 2007; Biazin et al., 2012).

Oweis and Hachum (2006) indicaron que el agua lluvia captada también podría ser utilizada para proporcionar agua potable al ganado y a las personas, sin embargo, esto último requiere de una evaluación físico-química para asegurar la calidad del agua y, más aún, requiere considerar desde donde se realiza la cosecha, como por ejemplo a partir de superficies construidas con diferentes materiales, ubicados en distintas zonas geográficas y el estado de limpieza de éstas.

Dentro de las oportunidades, se pueden mencionar también beneficios directos de tipo biofísicos, económicos, sociales y ambientales, entre otros. Algunos de los beneficios biofísicos y económicos, incluyen la disposición de mayor cantidad de agua para producción de carne, leche, cultivos y ganado, cuyas actividades son muy importantes para el desarrollo de la población que habita en zonas descentralizadas (Oweis, 2016). Lo anterior genera un beneficio (indirecto) a nivel social, reconocido en la bibliografía a nivel internacional, lo cual incluye una reducción de la tasa de migración de la población rural hacia áreas urbanas, incremento en las oportunidades de empleo, mejora de estructuras comunitarias y asuntos espirituales (Liang and van Dijk, 2011; Akroush et al., 2014).

Por otro lado, se debe mirar las realidades de algunos países desarrollados donde existe una disposición para ejecutar pagos públicos por servicios ambientales, lo cual podría incluir la captación de aguas lluvias, por menor demanda de agua a los sistemas sanitarios que aprovisionan a la población, lo cual supone un incentivo para la inversión privada en este tipo de sistemas (Liang and van Dijk, 2011; Nkonya *et al.*, 2016).

Por otra parte, a nivel urbano, un estudio realizado por Matos *et al.* (2015) demostró que los SCALL instalados en edificios comerciales tienen un

período de amortización entre 2-5 años dependiendo del uso que se le dé al agua de lluvia recolectada, lo cual puede incluir descarga de inodoros, lavado de pavimentos, riego de jardines, entre otros. Tal estudio coincide con lo concluido por Ward *et al.* (2010) quienes además indican que los SCALL son financieramente más factibles en edificios que en sistemas domésticos más pequeños.

Resultados relevantes han sido los reportados por Santos and Taveira-Pinto (2013) quienes han concluido que un SCALL instalado en una vivienda de 4 personas puede permitir ahorrar entre 45 a 68 m³ de agua cada año, utilizando el agua de lluvia para la descarga de inodoros, lavadoras y riego. Mientras que en edificios públicos las reducciones fluctúan entre 31-40%, dependiendo del volumen de almacenamiento.

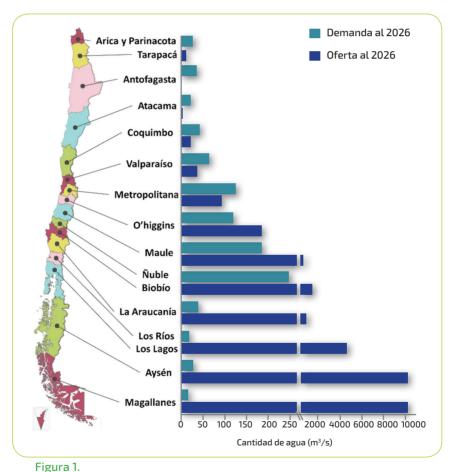
Sin embargo, a la hora de querer proyectar esta tecnología, se deben considerar aspectos como precipitaciones anuales, demanda adecuada lo que significa un uso responsable del agua por parte de los consumidores, selección de los tamaños del techo y patrón de lluvia de la ubicación particular donde se instalará el receptor (Imteaz et al., 2017). Si bien, el cambio climático pone en riesgo la factibilidad de estos sistemas, debido a la disminución de precipitaciones e intensidad de lluvias en períodos cortos de tiempo, además de los efectos de la contaminación a nivel global en la calidad de estas aguas lluvia (Cousins et al., 2022) debemos ser capaces de adaptarnos al cambio, tal como lo han hecho varios países, como Portugal donde se están desarrollando estrategias para adaptar sus recursos a este cambio global y especialmente referente al recurso hídrico las medidas incluyen la promoción de la eficiencia en el uso de agua y el fortalecimiento y diversificación de fuentes de agua (Santos et al., 2020).

Situación actual y proyectada de la oferta y demanda de agua en Chile

Como es muy sabido, Chile ha sido afectado por una megasequía de más de 13 años. Durante este periodo las reservas de aguas subterráneas han sido clave para mantener la provisión de aguas en las áreas de concentración de población y también para actividades socioeconómicas, especialmente la agricultura. Las áreas rurales han sido fuertemente afectadas, a tal extremo de estar recibiendo agua a través de camiones aljibes prácticamente en todo el territorio y hasta la isla de Chiloé. Sin embargo, la estacionalidad de aguas lluvias sobre todo desde el centro al sur del país podría generar espacios para la práctica de la cosecha de aguas lluvias.

En la Figura 1 se muestra la oferta y demanda de agua en Chile, proyectada al año 2026. Se hace evidente un déficit hídrico entre la Región de Arica y Parinacota y la Región Metropolitana, debido a una menor oferta que demanda de agua. Por ejemplo, la Región Metropolitana presenta un balance de – 51,4 m³/s, proyectado al año 2026.

Para las regiones de la zona sur, a partir desde la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, si bien, se proyecta un balance hídrico positivo al 2026, este disminuye en 604,7 m³/s transcurridos 15 años para la Región del Biobío (DGA, 2011).



Oferta y demanda de agua en Chile, proyectada al año 2026. Fuente: Elaboración propia en base a DGA, (2011).

Algunas oportunidades de uso de agua proveniente de cosecha de aguas Iluvias

La Figura 2 muestra los posibles usos que se podrían realizar teniendo agua, capturada desde el agua lluvia. Los posibles usos deben incluir formas que no involucren el contacto directo con alimentos y/o bebidas para las personas. Algunos usos podrían ser, uso en el sistema sanitario, lavar autos, riego de áreas verdes y jardines, entre otros.

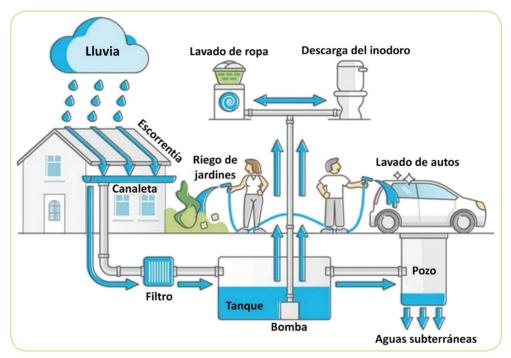


Figura 2.

Uso de cosecha de agua lluvia.

REGULACIÓN EN EL DERECHO COMPARADO DE LA COSECHA DE AGUAS LLUVIA

En el contexto comparado, encontramos ordenamientos jurídicos que, a raíz de las necesidades sociales, económicas, y de los problemas de disponibilidad hídrica, han desarrollado normativa a efectos de regular los SCALL, la naturaleza jurídica de éstas, y los incentivos o restricciones al desarrollo de esta técnica.

A partir del desarrollo que han efectuado en esta materia, los requerimientos que se han hecho a efectos de lograr incentivos normativos a la actividad, y la diversidad de contextos geográficos y jurídicos, nos concentraremos en una breve revisión de los ordenamientos jurídicos de Estados Unidos, Brasil y Australia en materia de cosecha de aguas lluvia.

Regulación de cosecha de aguas lluvia en Estados Unidos

La regulación de esta materia en el ordenamiento jurídico estadounidense presenta una necesaria diferenciación entre la realidad de la normativa federal (aplicable en todo el país) y la normativa de los estados que la componen, esto, en consideración al carácter de Estado Federal, con ámbitos de competencias normativas diferenciadas.

Mientras que en la normativa federal de Estados Unidos no existen grandes referencias a la materia o una estructura de regulación aplicable de forma común a todo el país, al interior de los estados existen diversos estatutos. El Departamento de Energía de Estados Unidos ha efectuado, en torno a ello, una labor de sistematización de estas normativas estatales sobre la cosecha del agua, distinguiendo diversos niveles de desarrollo de la regulación. (U.S. Department of Energy, 2015). Esta clasificación de la normativa resulta interesante, porque sus términos son aplicables a otras normativas comparadas.

Tabla 1. Diferentes niveles de regulación de cosechas de aguas lluvias en Estados Unidos.

Nivel 1	Muy limitado: el Estado tiene exenciones limitadas disponibles para la implementación legal de la cosecha de aguas lluvia.			
Nivel 2	Sin reglamentos: no existen reglamentos que prohíban la recolección de aguas lluvia.			
Nivel 3	Sin reglamentos/recomendado: no existen reglamentos que prohíban la cosecha de aguas lluvia y se encuentran disponibles recursos técnicos de recolección de agua de lluvia específicos del Estado, como manuales y pautas sobre sistemas de captación de agua de lluvia.			
Nivel 4	Reglamentos estatales: existen reglamentos que permiten la recolección de aguas lluvia, sin embargo, se proporcionan recursos técnicos o incentivos en específico.			
Nivel 5	Regulaciones Estatales/Alentadas: existen regulaciones que permiten la recolección de aguas lluvia y existen recursos técnicos específicos del estado disponible para alentar la recolección y el uso de aguas lluvia.			
Nivel 6	Regulaciones/incentivos estatales: existen regulaciones que permiten la recolección de aguas lluvia, mientras que, en materia de incentivos estatales, existen programas y recursos técnicos específicos del Estado disponibles.			

Fuente: elaboración propia en base a U.S. Department of Energy, 2015.

A efectos de ejemplificar los diversos niveles de regulación a nivel estatal, seleccionaremos algunos estados por nivel, detallando algunos de los elementos regulados o carentes de regulación en materia de cosecha de aguas lluvia, y dando énfasis a aquellos que se incorporan en los niveles más altos del desarrollo normativo (U.S. Department of Energy, 2022).

- Estado de Nevada: clasificado en nivel 1, presenta una escasa regulación que limita las posibilidades de uso, esta se encuentra contenida en el capítulo 533 de los Estatutos Revisados de Nevada. En virtud de éste, los residentes están autorizados a recoger las aguas lluvia de los tejados de las viviendas unifamiliares para uso doméstico no potable.
- Estado de Kansas: clasificado en nivel 2, no existe regulación estatal, ni programas de incentivo. Se contienen algunas referencias neutras en programas regulatorios del Departamento de Agricultura del estado.
- Estado de Nueva York: clasificado en nivel 3, no existe regulación estatal, sólo iniciativas regulatorias a nivel de condados (unidades subestatales).
 Existen guías técnicas de cosecha de aguas elaboradas por el estado de Nueva York, en conjunto con organizaciones académicas.
- Estado de Arkansas: clasificado en nivel 4, la cosecha de aguas lluvia está regulada por la Junta Estatal de Salud (State Board of Health), la cual permite la ejecución de sistemas utilizados para fines de agua no potable, en cumplimiento del Código de Plomería de Arkansas y que esté diseñado por un ingeniero profesional.
- Estado de Virginia: clasificado en nivel 5, cuenta con regulación normativa tanto en el Código de Virginia como en el Código de Plomería de Virginia. La primera normativa, regula conjuntamente algunas disposiciones comunes al uso de aguas lluvia y aguas grises, mandatando a los organismos estatales competentes a la promoción de estos sistemas como fuentes de aguas alternativas. La segunda normativa, por su parte, regula el diseño, construcción, instalación, modificación y reparación de sistemas de aguas lluvia no potable, para la recolección, almacenamiento, tratamiento y distribución para aplicaciones no potables.
- Estado de Texas: clasificado en nivel 6, el estado cuenta con una institucionalidad de regulación de cosecha de aguas lluvia, efectuada a través de la Junta de Desarrollo del Agua (Water Development Board).

Presenta una regulación desde el punto de vista tributario, puesto que la sección 151.355 del Código Fiscal de Texas prevé la exención del impuesto sobre las ventas de los equipos de recogida de aguas lluvia. Así también, en materia de derecho de bienes, el Código de la Propiedad de Texas en su sección 202.007 impide que las asociaciones de propietarios prohíban las instalaciones de recogida de aguas lluvia. A partir del año 2011, la ley 3391 de la Cámara de Representantes de Texas exige que la tecnología de los SCALL sea incorporada al diseño de los nuevos edificios del estado, estableciendo fuertes exigencias e incentivos a la incorporación de estos sistemas (Hill Country Alliance, 2011).

Regulación de cosecha de aguas lluvia en Brasil

El caso de Brasil, al igual que E.E.U.U., presenta una estructura federal, con competencias normativas a nivel nacional, a nivel estatal y local. En lo que respecta a la normativa nacional, pese a la existencia de referencias generales al aprovechamiento de aguas lluvias en su Código de Aguas de 1937 y en la Política Nacional de Recursos Hídricos (Leal Veloso and Rodrigues Mendes, 2013), existe únicamente una normativa expresa, de carácter técnico, la NBR-15527 del año 2007, la cual establece los requisitos para la utilización de las aguas pluviales de los tejados en las zonas urbanas con fines no potables. Señala algunos parámetros generales en materia de calidad de agua, características de los colectores de aguas lluvias, y mantención de los sistemas, entre otras disposiciones de carácter técnico (ABNT, 2007).

A nivel estatal, de acuerdo a una investigación de la Universidad de Pará, Brasil (Da Costa Pacheco *et al.*, 2016), gran parte del territorio brasileño carece de una normativa de incentivo a la captación y el uso de aguas lluvia a nivel federal y municipal. Sólo siete estados de los 26 cuentan con legislación para el aprovechamiento de aguas lluvia, lo que representa un 26%. De las 26 capitales de los estados, dieciséis tienen legislación sobre SCALL.

Los principales objetivos contenidos en las legislaciones estatales y locales en Brasil se orientan a promover la utilización de los SCALL en actividades que requieren de agua no potable, tales como el riego, lavado de ropa, lavado de vehículos y uso en suelos.

Se presentan, entre las finalidades enunciadas por las legislaciones estatales, las siguientes: reducción las aguas de escorrentía que deben ser gestionadas a nivel municipal, especifica los usos de las aguas cosechadas,

proporciona incentivos fiscales para el desarrollo de los SCALL (sólo en el estado de Pernambuco y la ciudad de Florianópolis, se impone la instalación de estos sistemas como requisito previo para la concesión de permisos de construcción), imponer multas por no instalar SCALL, proporcionar especificaciones técnicas, especificar áreas mínimas para la instalación obligatoria de SCALL, y especificar cantidad de población mínima necesaria para dicha implementación obligatoria.

No se encuentran, del estudio citado, normas estatales de mejoramiento de la calidad de las aguas lluvia, que tiendan a hacer posible su uso para consumo humano.

Se destacan, del conjunto de la normativa en la materia en Brasil, la relevancia de las regulaciones locales y estatales sobre cosecha de aguas lluvia, la escasez de normativas de incentivo, el enfoque en usos de agua no potable, y la tendencia al aumento de la preocupación por la aplicación de prácticas respetuosas con el medio ambiente a través de la normativa en las zonas más desarrolladas del país (Da Costa Pacheco *et al.*, 2016).

Regulación de cosecha de aguas lluvia en Australia

En el caso de Australia, se presentan algunas características de base similares a otros de los casos revisados: un esquema regulatorio que distingue las atribuciones del nivel central (o federal), con fuertes atribuciones de las entidades territoriales o estados para llevar a cabo tanto regulaciones como políticas públicas en materia de cosecha de aguas lluvia. Asimismo, es destacable que el país se encuentra en una situación especialmente delicada de sequía y escasez de agua para consumo, afectando tanto a zonas rurales como urbanas (Apostolidis et al., 2011).

En razón de ello, se han desarrollado importantes iniciativas apuntadas tanto a la regulación de condiciones para el desarrollo de SCALL, como para el incentivo de éstos. Pese a que históricamente esta práctica estuvo especialmente vinculada a los sectores más apartados del país, en las décadas recientes la escasez y las presiones sobre los sistemas de agua potable municipales, han ampliado también su uso en sectores urbanos.

Es en este contexto que, en el año 2004, se creó a nivel federal un marco normativo para garantizar que el Código de Construcción de Australia (BCA, por sus siglas en inglés) y las normativas del Consejo Nacional de Salud e Investigación Médica (NHMRC, por su sigla en inglés) regularan la

instalación de depósitos de agua de lluvia, a fin de que éstos tuvieran un correlato normativo y permitieran orientar medidas para su cumplimiento en los SCALL. Esta regulación nacional se centró en las estructuras de los depósitos de agua y en los parámetros de calidad del agua (Australian Government, 2008).

A nivel de los estados, se desarrollan con más detalles estas normativas técnicas, presentándose algunos matices, dentro de un marco general que tiende tanto a la determinación de parámetros técnicos y sanitarios, como al incentivo de estos sistemas.

Así se presenta, por ejemplo, en el caso del estado de Nueva Gales del Sur, "Las Directrices Sanitarias" del año 2005, que completan el Índice de Sostenibilidad de los Edificios (BSI, por su sigla en inglés) las que exigen que las nuevas viviendas del estado utilicen menos agua municipal, contándose dentro de los mecanismos complementarios, los de cosechas de aguas lluvias. Se dispone también en su regulación interna, que la instalación de depósitos de aguas lluvia de capacidad superior a 10.000 L requieren la aprobación de la compañía urbana de aguas (Sidney Water) para evitar infringir sus estructuras o las servidumbres constituidas en favor de ésta.

En el estado de Queensland, por su parte, el Código de Desarrollo de Queensland en vigencia desde el año 2007, recomienda que las nuevas casas a partir de 100 m² de superficie de techo tengan un depósito de agua de lluvia de 5 kL instalado por los constructores a un coste de 4.000 dólares pagados por los propietarios. Entre las finalidades de agua promovidas por la normativa estatal, se encuentra el uso sanitario, lavado de ropa y un grifo externo.

En el estado de Victoria, el estándar máximo, de acuerdo al Código de Construcción del año 2005, exige que las casas nuevas tengan un depósito de agua de lluvia conectado la vivienda. La normativa dispone que todas las cisternas de aguas lluvia deben estar conectadas para la descarga de los inodoros. Se ordena también que el agua de lluvia debe estar separada del suministro de agua potable municipal.

Apoyándose en este marco regulatorio federal y local, el gobierno de Australia entre el año 2009 y 2011, impulsó políticas públicas de incentivo financiero a nivel nacional para la instalación de SCALL, mediante devoluciones de inversiones a los proveedores del sistema. La política derivó en un fuerte impulso a la instalación de estos sistemas, especialmente en las ciudades capitales de los estados de Australia (Chubaka et al., 2018).

Aspectos generales de la regulación comparada

De los casos de regulaciones comparadas expuestos brevemente, podemos señalar que en general, se observan desarrollos paulatinos de normativas que apuntan tanto a las condiciones básicas de funcionamiento de los SCALL, entre ellas, las características de los sistemas de almacenamiento y distribución, los estándares de calidad de agua y los usos autorizados para esta, como también, a normas de incentivo de usos.

Tal como se identifica a propósito de la regulación estadounidense, esta implementación normativa no siempre se presenta de manera uniforme, pudiendo considerarse diversos grados de desarrollo de la cosecha de aguas lluvias, desde aquellos contextos en los cuales nada se dice en la regulación, hasta aquellos que detallan el funcionamiento e incorporan herramientas legales de incentivo (en materia tributaria, de facilidades en los permisos y de exigencias a las construcciones a efectos de que incorporen el SCALL).

Se hace presente también que, por las características de los sistemas jurídicos revisados, se le asignan importantes atribuciones en esta materia a las entidades territoriales internas (estados, municipios, o similares) a efectos de determinar las normas en esta materia. En algunos casos estableciendo un marco mínimo a nivel nacional (como en el caso de Australia) o dejando enteramente su regulación a los estados (como en el caso de Estados Unidos).

REGULACIÓN EN CHILE DE LA COSECHA DE AGUAS LLUVIA

Desarrollo de la situación de normas chilenas en el tema de cosechas de aguas lluvias

La situación en Chile de la regulación de la cosecha de aguas lluvia, a diferencia de los casos de países presentados en el punto anterior, cuenta con un escaso desarrollo. Para la revisión del mismo, presentaremos una breve síntesis histórica de la temática, para luego dar cuenta de la regulación vigente, en sus diferentes jerarquías normativas.

Tratándose de la evolución histórica, es destacable que existe, en lo que respecta a la posibilidad del aprovechamiento de aguas lluvias, una regulación prácticamente idéntica en los tres Códigos de Aguas en la historia

de nuestro país (de 1951, de 1969, y de 1981 con sus respectivas reformas). Así, se observan las disposiciones de la definición, el aprovechamiento del dueño de un predio de aprovechamiento de aguas lluvias que caigan en éste, y la posibilidad de servirse de aguas lluvias que corran por un camino público.

La normativa vigente, cuenta con tres niveles necesarios de analizar en materia de aguas lluvia: la normativa constitucional, la de rango legal, y los reglamentos, haciendo una breve referencia en relación a estos últimos a las normas técnicas aplicables.

El estatuto constitucional de las aguas, bajo la vigencia de la Constitución de 1980, consagra una única referencia explícita a las aguas, a propósito del derecho de propiedad en el artículo 19 n° 24 del texto, el cual, en su inciso final, dispone que: "Los derechos de los particulares sobre las aguas, reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarán a sus titulares la propiedad sobre ellos".

Sin perjuicio de esta única referencia en materia de propiedad (concordante con la regulación mercantilizada que el Código de Aguas, en su versión original, otorgaría respecto de estos derechos sobre el agua), el desarrollo posterior de las obligaciones internacionales del Estado de Chile, los instrumentos interpretativos de estas obligaciones en materia de derechos humanos, y la jurisprudencia, han llevado a la incorporación progresiva al catálogo de derechos fundamentales del denominado "derecho humano al agua y al saneamiento", el cual implica el "derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico" (Comité DESC, 2002).

Éste impondría especiales obligaciones al Estado, a efectos de garantizar este nivel aceptable de agua (que ha sido también indicado en resoluciones de organismos internacionales), siendo utilizado como fundamento de acciones y reivindicaciones sociales respecto del Estado de Chile (Álvez and Castillo, 2020), también como el origen de infructuosas reformas al texto de la Constitución de 1980 y de los contenidos del debate proceso constituyente desarrollado en Chile entre 2021-2022, y consagrándose recientemente con rango legal (no constitucional) en la reforma al Código de Aguas promulgada en abril de 2022, mediante la Ley 21.435 (Castillo *et al.*, 2022). La consideración por la consagración de este derecho al agua en nuestro ordenamiento, constituye uno de los factores a analizar en torno a los objetivos de la regulación de las fuentes de agua, entre ellas, la de la cosecha de aguas.

En lo que respecta al nivel legal, la regulación se relaciona tanto a las aguas lluvia desde la perspectiva de su captación y almacenamiento para su uso, como la regulación de las aguas lluvias a efectos de determinar las normas de su evacuación y drenaje.

El Código de Aguas, contiene regulación básica en torno a su captación para uso en disposiciones que se vinculan directamente con el desarrollo histórico de los códigos que lo precedieron. Así, contiene en su artículo 1º la definición de aguas pluviales, señalando que: "Son aguas pluviales las que proceden inmediatamente de las lluvias, las cuales serán marítimas o terrestres según donde se precipiten".

Agrega el artículo 10 que indica que: "El uso de las aguas pluviales que caen o se recogen en un predio de propiedad particular corresponde al dueño de éste, mientras corran dentro de su predio o no caigan a cauces naturales de uso público. En consecuencia, el dueño puede almacenarlas dentro del predio por medios adecuados, siempre que no se perjudique derechos de terceros," mientras que el artículo 11 del Código del ramo complementa esto al señalar: "El dueño de un predio puede servirse, de acuerdo con las leyes y ordenanzas respectivas, de las aguas lluvias que corren por un camino público y torcer su curso para utilizarlas. Ninguna prescripción puede privarle de este uso".

Además, se considera un establecimiento de una servidumbre para la salida de las aguas lluvia, disponiendo el artículo 95 que: "Las mismas reglas (en materia de servidumbres) se aplicarán a las aguas provenientes de las lluvias o filtraciones que se recojan en los fosos de los caminos para darles salida a cauces vecinos. Para este fin, los predios intermedios quedan sujetos a servidumbre".

El conjunto de disposiciones, reafirma así la habilitación legal a la captación y almacenamiento de aguas lluvias para su uso, y la posibilidad de captar las aguas lluvias que corren por camino público, todo ello con la sola limitación de no perjudicar los derechos de terceros.

A esto podemos sumar, las referencias que a la captación para uso de aguas lluvias incorporó la ley de reforma 21.435 de abril de 2022, la primera de ellas, vinculadas a la recarga artificial de acuíferos, permitiendo expresamente en el artículo 66 bis que "(...) No requerirá del informe (de la DGA) a que se refiere el inciso primero la obra de recarga de aguas lluvias, que para estos efectos se considerará recarga natural".

Además de ello, la reforma de 2022 incorpora también una referencia a las aguas lluvia en lo relativo al Plan Estratégico de Recursos Hídricos que deberá elaborarse en cada cuenca del país según el artículo 293 bis del Código de Aguas (los cuales, por lo reciente de la reforma, aún no son dictados ni entran en vigencia). En estos, entre los aspectos que deberán contemplarse se señala: "4. Un plan para hacer frente a las necesidades futuras de recursos hídricos con preferencia en el consumo humano. Una evaluación por cuenca de la disponibilidad de implementar e innovar en nuevas fuentes para el aprovechamiento y la reutilización de aguas, con énfasis en soluciones basadas en la naturaleza, tales como (...) la cosecha de aguas lluvias y otras (...)".

Esta disposición en torno al Plan de Recursos Hídricos, que contemple las nuevas fuentes de agua como la cosecha de aguas lluvias se suma a la aún más reciente disposición de la Ley marco de cambio climático, 21.455 del 13 de junio de 2022, que reitera en su artículo 13 letra e) los elementos que componen este plan, considerándose también, las fuentes de agua y soluciones basadas en la naturaleza, tales como, la cosecha de aguas lluvia. Podemos señalar así, que en materia de cosecha de aguas lluvias, se complementan en la versión actual y reformada del Código de Aguas, disposiciones clásicas en la materia, que reconocen y autorizan esta práctica, aun cuando no entregan detalles de su regulación, con otras normas que vienen a revalorar la importancia de contar con esta fuente de agua como parte de las soluciones basadas en la naturaleza, en un contexto de crisis hídrica y climática.

En lo que respecta a la evacuación y drenaje de las aguas lluvias, es relevante mencionar a la Ley 19.525 de 1997 que regula estos sistemas, estableciendo en su artículo 1 que "El Estado velará por que en las ciudades y en los centros poblados existan sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias que permitan su fácil escurrimiento y disposición e impidan el daño que ellas puedan causar a las personas, a las viviendas y, en general, a la infraestructura urbana". A ello agrega, en el mismo artículo, la distribución de competencias entre el Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo para encargarse de la planificación construcción y mantención de los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias primarios y secundarios, respectivamente.

Pasando al nivel reglamentario (infra legal) de la normativa en materia de cosecha de aguas lluvias, podemos destacar los siguientes reglamentos con incidencia expresa o implícita.

El decreto 50 del Ministerio de Obras Públicas, del año 2015, se encarga de detallar los aspectos señalados en el artículo 295 del Código de Aguas, en lo que respecta a obras hidráulicas de embalses y acueductos dispuestos en el mismo cuerpo legal. En consecuencia, regula, respecto de la captación de aguas lluvia, la exigencia en los proyectos de acueductos, la presentación de planos con la ubicación y descarga de los dispositivos para la recolección de aguas lluvia, indicando las alteraciones de los cauces receptores (Artículo 40 letra c). Además, respecto de los acueductos en régimen de escurrimiento libre, se deberá señalar, entre otros aspectos, los "Aportes de aguas lluvia".

Se señala que "En general, para acueductos que no estén destinados a la recolección y transporte de aguas lluvia, no se aceptará que la escorrentía, generada de esta manera, ingrese a éste, por lo cual se deberán diseñar las obras de intercepción, cruce, disposición final, etc., que correspondan. Por otro lado, aquellos acueductos que eventualmente reciban aportes intermedios por aguas lluvia, deberán considerar la disposición de las descargas y evacuadores respectivos. Siempre que el terreno lo permita, deberán diseñarse compuertas de descarga con un distanciamiento tal que los caudales porteados no superen la capacidad del acueducto, considerando los resguardos que correspondan" (Artículo 43 letra j del decreto).

Por último, en materia de autorizaciones de estas obras de captación y canalización, el decreto citado dispone que "En el caso de proyectos de acueductos de tipo mixto, esto es, que parte de su capacidad se utiliza para conducir aguas lluvia, o de uso exclusivo, es decir, que conducen sólo aguas lluvia, previo a la aprobación de este Servicio, será requisito contar con la autorización técnica de la Dirección de Obras Hidráulicas, cuando dichas obras sean de su competencia. Sin perjuicio de lo anterior, el Titular deberá cumplir con lo establecido en el Código de Aguas y la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, cuando corresponda" (Artículo 47).

En los casos en que la captación de aguas lluvias se efectúe para fines de consumo humano, se hace también aplicable lo dispuesto por el decreto 735, del Ministerio de Salud, del año 1969, que contiene el reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano. Este indica que la Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva, cuenta con las competencias para aprobar todo proyecto de construcción, reparación, modificación o ampliación de cualquier obra pública o particular destinada a la provisión o purificación de agua para el consumo humano, que no sea parte o no esté conectado a un servicio público sanitario regido por el DFL N°382 de 1988 del Ministerio de Obras Públicas (artículo 2). Además,

establece parámetros técnicos para la evaluación de la calidad de estas aguas para consumo humano.

Cabe destacar que, respecto de esta norma sanitaria, existe actualmente una propuesta de modificación elaborada por el Ministerio de Salud que, entre sus innovaciones, establece parámetros para disponer la Resolución de Calificación Ambiental, si el proyecto atiende o atenderá al año de previsión una población igual o mayor a 10.000 habitantes, estándares de consumo mínimo de agua por persona al día (120 L diarios), y la mención expresa a la cosecha de aguas lluvias como parte de las fuentes alternativas de agua para consumo humano, sujetas a estos parámetros de calidad. La presentación de esta propuesta de modificación, se fundamenta por parte del Ministerio de Salud señalando que: se incorporan como innovaciones la diferenciación de los usos del agua, y la consideración de las fuentes alternativas como las señaladas, todo ello con el propósito de evitar denegar autorizaciones sanitarias asociadas a una sola fuente que puede considerarse vulnerable ante la escasez hídrica (Ministerio de Salud, 2020).

Por último, en materia de normativa reglamentaria de las aguas lluvia, pero desde la perspectiva de su evacuación y desagüe, podemos señalar el Decreto Supremo 40, del Ministerio del Medio Ambiente, del 12 de agosto de 2013, que "establece un reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental", así como también manuales elaborados por la Dirección General de Aguas, en materias como escurrimiento de aguas lluvias en rellenos sanitarios, ante la presencia de ellas junto con residuos sólidos provenientes del sistema de tratamiento de lodos, como medidas de mitigación ante el riesgo de crecidas, o para su descarga en obras de evacuación de aguas lluvias (Carrasco-Jiménez and Castillo-Saldías, 2021).

Normas técnicas de calidad de agua para uso potable y de riego existentes en Chile

En Chile, el reglamento para evaluar la calidad de agua, está regido por dos normas técnicas, la NCh 409/1.0f2005 Norma de calidad de agua potable, que define requisitos físicos, químicos, bacteriológicos y de desinfección, es decir exige concentraciones menores al máximo para contaminantes químicos, como también una concentración mínima de desinfectante activo residual y la ausencia de contaminación por bacterias fecales, asegurando la inocuidad y aptitud para el consumo humano. Esta nueva norma anula y reemplaza a la norma NCh409/1 de 1984.

La NCh1333.0f1978 determina la calidad del agua de acuerdo a su uso. Esta norma fija criterios de calidad del agua de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos, según el tipo de uso. De esta forma, se tiene por objetivo proteger y preservar la calidad de las aguas que se destinen a usos específicos.

Los usos a los cuales aplica esta normativa son:

- a) Agua para consumo humano
- **b)** Agua para bebida de animales
- c) Riego
- d) Recreación y estética
- e) Vida Acuática

En nuestro país la autoridad fiscalizadora en materia de Legislación Sanitaria y sus normas técnicas es la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

Tabla 2.Resumen de normativa nacional de Chile en materia de cosecha de aguas lluvias.
Fuente: elaboración propia en base a textos normativos citados.

Normativa constitucional	Constitución Política de la República: Art. 19 n° 24, propiedad de los particulares sobre de- rechos de aprovecha- miento.	Constitución Política de la Re- pública: Art. 5 inciso 2°, recep- ción de derecho internacional de los derechos humanos. Caso del Derecho Humano al agua y al saneamiento.		
Normativa legal	Código de Aguas: normas de titularidad y uso de aguas lluvias (arts. 1, 10, 11 y 95).	Código de Aguas y Ley 21.435: normas de uso de aguas llu- vias en recarga de acuíferos y consideración en el Plan Es- tratégico de Recursos Hídri- cos.	Ley marco de cambio climático, 21.455.	Ley 19.525 de 1997 que regu- la los sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.
Normativa reglamentaria	Decreto 50 del Ministerio de Obras Públicas, del año 2015, se encarga de detallar los aspectos señalados en el artículo 295 del Código de Aguas, en lo que respecta a obras hidráulicas de embalses y acueductos.	Decreto 735, del Ministerio de Salud, del año 1969, que contiene el reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano.	Decreto Supremo 40, del Ministerio del Medio Ambiente, del 12 de agosto de 2013, establece un regla- mento del sistema de evaluación de impac- to ambiental.	
Normativa técnica		NCh1333.0f1978 Requisitos de calidad del agua para diferen- tes usos.		

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La posibilidad de promover la cosecha de aguas lluvias en Chile se presenta como una oportunidad en un contexto de especial necesidad y crisis hídrica frente a una demanda creciente de usos, en el que, además, se ha avanzado progresivamente a nivel normativo en la consagración del derecho al agua y al saneamiento como un derecho humano. Es por ello que, como parte de las obligaciones del Estado en la materia, es necesario avanzar hacia una normativa y políticas públicas que no sólo permitan, sino que, además, promuevan el uso de fuentes alternativas de agua, en especial para fines de primera necesidad, entre las cuales la cosecha de aguas lluvias se presenta como una alternativa a considerar.

El contexto comparado de los países analizados, se mostraron diferentes realidades a nivel estatal y subestatal que se han implementado, en diferentes grados, normas y políticas relativas a la cosecha de aguas lluvias. Estas consideran, entre otros aspectos: la autorización a la actividad de cosecha y condiciones de la misma, la titularidad o habilitación en el uso de las aguas lluvia cosechadas, normas técnicas y de seguridad respecto de la infraestructura en su captación, normas de calidad del agua según los diversos usos en que estas son aplicadas, normas de construcción que incentivan u obligan a la instalación de dispositivos de captación, normas de asignación de recursos específicos para la promoción de la cosecha de aguas lluvia, normas tributarias que establecen incentivos al uso de este sistema, entre otras.

En el caso de la normativa chilena, pese a las oportunidades señaladas, se presenta una regulación relativa a las aguas lluvia con escaso desarrollo, con normas de titularidad y uso en el Código de Aguas que si bien, debieran facilitar la actividad, no han presentado prácticamente innovaciones durante más de medio siglo, incorporándose recientemente nuevas consideraciones a propósito de los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos contemplados en la Reforma al Código de Aguas de abril de 2022 y en la Ley Marco de Cambio Climático del mismo año.

A nivel de normas reglamentarias, estas se muestras dispersas, entre diferentes materias y organismos, estando centradas en materias como la calidad de las aguas y la infraestructura para su captación. El gran desafío en esta materia es, por una parte, el de facilitar la aplicación de estas normativas de autorizaciones y estándares de funcionamiento de los SCALL, y por otra, el de apuntar hacia la promoción e incentivo de su uso en aquellos contextos que se identifiquen como más propicios para ello.

Para avanzar hacia estos objetivos, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a las autoridades con facultades de dictación de normativas y de diseño e implementación de políticas públicas en la materia, identificadas a lo largo de este trabajo:

- Sistematizar en una normativa reglamentaria común los requerimientos básicos para el funcionamiento de los SCALL según los diferentes tipos de usos, o en su defecto, generar material e instructivos de apoyo en que se facilite el conocimiento por los potenciales usuarios de los requisitos en su implementación que ya están regulados.
- Dar prioridad en el diseño e implementación de los Planes Estratégicos de Recursos Hídricos a la consideración por las fuentes alternativas de agua, y en particular, a la cosecha de aguas lluvia por las razones expuestas.
- Generar políticas de incentivo a la instalación de SCALL, especialmente en los elementos materiales y técnicos, especialmente en zonas en donde sea identificado un mayor potencial de estos sistemas a efectos de satisfacer necesidades básicas y de subsistencia.
- Generary/o apoyar estudios sobre el potencial para la instalación de SCALL, coordinándose al efecto con instituciones públicas locales, organizaciones comunitarias, iniciativas privadas y centros de estudio y universidades a nivel regional.
- Apuntar, en el mediano plazo, a desarrollar una normativa marco para el uso de SCALL, ya sea por sí misma o como parte de una normativa de fuentes alternativas de aguas, que contemple expresamente la existencia de incentivos y de exigencias en materia de construcción, en especial respecto de aquellas zonas con mayor escasez de agua.

REFERENCIAS

- ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2007. Norma Brasileira ABNT NBR 15527. Água de chuva Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins ñao potáveis Requisitos.
- Akroush, S., Shideed, K., Bruggeman, A. 2014. Economic analysis and environmental impacts of water harvesting techniques in the low rainfall areas of Jordan. *International Journal Agricultural Resources Governance and Ecology*, 10(1), 34-49. http://doi.org/10.1504/IJARGE.2014.061040
- Ali, A., Oweis, T., Rashid, M., Najjar, S., Abdulal, A. 2007. Water harvesting options in the drylands at different special scales. Land Use and Water Resources Research 7, 1–13. http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.48065
- Álvez, A., Castillo, R. 2020. El derecho humano al agua. Serie Comunicacional CRHIAM, Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería, ISSN 0718-6460 (versión impresa), ISSN 0719-3009 (versión en línea), número 3, 35p. https://drive.google.com/file/d/118LwFSvfxFmhsydJyZ9fpAqNEVYaduZb/view
- Australian Government. 2008. Rainwater Tank Design and Installation Handbook MPMSAA. 111p. https://qbis.com.au/wp-content/uploads/2015/08/Rainwater-Hand-book.pdf
- Apostolidis N., Hertle C., Young R. 2011. Water recycling in Australia. Water, 3 (3), 869-881.
- Barron, O.V., Barr, A.D., Donn, M.J. 2013. Effect of urbanisation on the water balance of a catchment with shallow groundwater. *Journal of Hydrology*, 485 (supplement C), 162–176. https://doi.org/10.1016/j.jhy-drol.2012.04.027
- Carrasco-Jiménez E., Castillo-Saldías A. 2021. El régimen jurídico actual de las aguas lluvias en Chile. Prolegómenos, 24 (48), 109-119.
- Castillo R., Gómez G., Vidal G. 2022. Ley 21.435 de Reforma al Código de Aguas. AIDIS Chile, 61, 22-30.
- Chubaka C., Whiley H., Edwards J., Ross K. 2018. A Review of Roof Harvested Rainwater in Australia. *Journal of Environmental and Public Health*, Volume 2018 Article ID 6471324, 14 pages. https://doi.org/10.1155/2018/6471324

Ma. José Ortega / Amaya Álvez / Gladys Vidal

- Comité DESC Comité De Derechos Económicos, Sociales Y Culturales de Naciones Unidas. 2002. Observación general Nº 15: El derecho al agua (artículos 11 y 12 del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales). 29º período de sesiones Ginebra, 11 a 29 de noviembre de 2002.
- Cousins I., Johansson J., Salter M., Sha B., Scheringer M. 2022. Outside the Safe Operating Space of a New Planetary Boundary for Per-and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). Environmental Science & Technology. Disponible en: https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02765
- Da Costa-Pacheco P., Dumit Y., Ferreira I., Girard L. 2016. A view of the legislative scenario for rainwater harvesting in Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 141 (2017), 290-294.
- DeBusk, K.M., Hunt, W.F., Wright, J.D. 2013. Characterizing rainwater harvesting performance and demonstrating stormwater management benefits in the humid southeast USA. *Journal of the American Water Resources Association*, 49(6), 1398–1411. https://doi.org/10.1111/jawr.12096
- Department of Environment, Land, Water and Planning (DELWP). 2019.
 Schedule 2 to clause 42.01 environmental significance overlay-Little
 Stringybark Creek Catchment. Disponible en: http://planning-schemes.
 delwp.vic.gov.au/schemes/varraranges/ordinance/42_01s02_vran.pdf
- Fricano, R.J., Grass, A. 2014. Evaluating American rainwater harvesting policy: A case study of three US cities. *Journal of Sustainable Development*, 7(6), 133-149. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5539/jsd.v7n6p133
- Gardner, T., Vieritz, A. 2010. The role of rainwater tanks in Australia in the twenty first century. Architectural Science Review, 53(1), 107-125. Disponible en: https://doi.org/10.3763/asre.2009.0074
- Haase, D. 2009. Effects of urbanisation on the water balance-A longterm trajectory. Environmental Impact Assessment Review, 29(4), 211– 219. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2009.01.002
- Hamel, P., Daly, E., Fletcher, T.D. 2013. Source-control stormwater management for mitigating the impacts of urbanisation on baseflow: A review. *Journal of Hydrology*, 485, 201–211. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.01.001
- Hill Country Alliance. 2011. Texas House Bill 3391 The Rainwater Harvesting Bill Passes. Disponible en: http://www.hillcountryalliance.org/uploads/HCA/News052411b.pdf

- Imteaz, M., Karki, R., Hossain, I., Karim, M. 2017. Climatic and spatial variabilities of potential rainwater savings and economic benefits for Kathmandu valley. *International Journal of Hydrology Science and Technology*, 7(3), 213–227. Disponible en: https://doi.org/10.1504/IJHST.2017.086942
- Jones, M.P., Hunt, W.F. (2010). Performance of rainwater harvesting systems in the southeastern United States. Resources, Conservation and Recycling, 54(10), 623–629. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.11.002
- Liang, X., van Dijk, M. 2011. Economic and financial analysis on rainwater harvesting for agricultural irrigation in the rural areas of Beijing. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(11), 1100-1108. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2011.06.009
- Leal Veloso, N., Rodrigues Mendes, R. 2013. Aspectos legais do uso da água da chuva no Brasil e a gestão dos recursos hídricos: notas teóricas. XX Simpósio brasileiro de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves. Disponible en: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/155/3961 20966aefb40c59f4e996f5ed0433_3b1c5da668bad982e566128b1558fa 2d.pdf
- Matos, C., Bentes, I., Santos, C., Imteaz, M., Pereira, S. 2015. Economic analysis of a rainwater harvesting system in a commercial building. Water Resources Management, 29(11), 3971–3986. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11269-015-1040-9
- Ministerio de Salud de Chile. 2020. Propuesta Modificación Decreto N°735 Reglamento de los Servicios de Agua Destinados al Consumo Humano. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2020/12/ Modificaci%C3%B3n-Decreto-N%C2%AA735-CP-2021.pdf
- Naciones Unidas. 2021. Escasez Hídrica en Chile: Desafíos Pendientes. Documento elaborado por el Grupo Medioambiental del Sistema de las Naciones Unidas (SNU) en Chile, liderado por FAO y PNUMA, junto a PNUD, PMA y UNESCO. Disponible en: https://chile.un.org/sites/default/ files/2021-03/PB%20Recursos%20H%C3%ADdricos_FINAL_17%20 de%20marzo.pdf
- NCh409/1, Instituto Nacional de Normalización (Chile) Agua Potable -Parte 1 - Requisitos. NCh409/1: Of. 2005. Santiago, Chile, 2005, 12pp.
- NCh1333, Instituto Nacional de Normalización (Chile) Requisitos de calidad del agua para diferentes usos. NCh1333: Of. 1978. Modificada 1987 Santiago, Chile, 1987, 15pp.

- Nirupama, N., Simonovic, S.P. 2006. Increase of flood risk due to urbanisation: A Canadian example. *Natural Hazards*, 40(1), 25–41. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11069-006-0003-0
- Nkonya, E., Mirzabaev, A., von Braun, J. 2016. Economics of Land Degradation and Improvement A Global Assessment for Sustainable Development. Springer International Publishing, Cham, Switzerland. 686 pp. ISBN 978-3-319-19167-6. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3
- Oweis, T., Hachum, A. 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. Agricultural Water Management, 80(1-3), 57-73. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.07.004
- Oweis, T.Y. 2017. Rainwater harvesting for restoring degraded dry agropastoral ecosystems: a conceptual review of opportunities and constraints in a changing climate. *Environmental Reviews*, 25(2), 135–149. Disponible en: https://doi.org/10.1139/er-2016-0069
- Price, K. 2011. Effects of watershed topography, soils, land use, and climate on baseflow hydrology in humid regions: A review. Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 35(4), 465-492. Disponible en: https://doi.org/10.1177/0309133311402714
- Santos, C., Taveira-Pinto, F. 2013. Analysis of different criteria to size rainwater storage tanks using detailed methods. Resources, Conservation and Recycling, 71, 1-6. Disponible en: Disponible en: https://doi. org/10.1016/j.resconrec.2012.11.004
- Santos, C., Imteaz, M. A., Ghisi, E., Matos, C. 2020. The effect of climate change on domestic Rainwater Harvesting. Science of the Total Environment, 729, 138967. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138967
- Schiettecatte, W., Ouessar, M., Gabriels, D., Tanghea, S., Heirmana, S., Abdell, F. 2005. Impact of water harvesting techniques on soil and water conservation: a case study on a micro catchment in southeastern Tunisia. *Journal of Arid Environments*, 61(2): 297–313. Disponible en: https://doi:10.1016/j.jaridenv.2004.09.022
- U.S. Department of Energy. 2015. Rainwater Harvesting State Regulations and Technical Resources. Prepared for the U.S. Department of Energy under Contract DE-AC05-76RL01830.

- U.S. Department of Energy. 2022. Rainwater Harvesting Regulations Map. Federal Energy Management Program. Disponible en: https://www.energy.gov/eere/femp/rainwater-harvesting-regulations-map
- Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan C.A., Reidy Liermann, C., Davies, P.M. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555–561. Disponible en: https://doi.org/10.1038/nature09440
- Walsh, C.J., Fletcher, T.D., Burns, M.J. 2012. Urban stormwater runoff: A new class of environmental flow problem. *PLoS ONE*, 7(9), e45814– e45810. Disponible en: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045814
- Walsh, C.J., Booth, D.B., Burns, M.J., Fletcher, T.D., Hale, R.L., Hoang, L.N., Livingston, G., Rippy, M.A., Roy, A.H., Scoggins, M., Wallace, A. 2016. Principles for urban stormwater management to protect stream ecosystems. *Freshwater Science*, 35(1), 398–411. https://doi.org/10.1086/685284
- Ward, S., Memon, F.A., Butler, D. 2010. Rainwater harvesting: model-based design evaluation. Water Science and Technology, 61 (1), 85-96. Disponible en: https://doi.org/10.2166/wst.2010.783
- Xu, W.D., Fletcher, T.D., Burns, M.J., Cherqui, F. 2020. Real time control of rainwater harvesting systems: The benefits of increasing rainfall forecast window. Water Resources Research, 56, e2020WR027856. Disponible en: https://doi.org/10.1029/2020WR027856



ESTUDIO COMPARADO DE LA REGULACIÓN DE COSECHA DE AGUAS LLUVIAS

Rodrigo Castillo / Felipe Barriga / Leonardo Fernández / Gloria Gómez Ma. José Ortega / Amaya Álvez / Gladys Vidal

Serie Comunicacional CRHIAM







