

ACTIVIDAD FORMATIVA EQUIVALENTE

PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN GOBIERNO Y GERENCIA PÚBLICA

TÍTULO

“REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES DE LA REGIÓN
DE COQUIMBO, CLAVES DEL ÉXITO Y REPLICABILIDAD”

AUTORA

NATALIA ELISA REBOLLEDO ROBERT

PROFESOR GUÍA

SERGIO GALILEA OCÓN

INSTITUTO DE ASUNTOS PÚBLICOS

PROGRAMA DE MAGÍSTER EN GOBIERNO Y GERENCIA PÚBLICA

2 DE DICIEMBRE DE 2021



RESUMEN

La escasez de agua es uno de los problemas públicos más complejos que enfrenta la humanidad actualmente. Sin embargo, a pesar de la magnitud del problema, no se ve en la práctica una gestión de soluciones que permita hacer frente a esta crisis de forma concreta. Esta investigación indagará en la aplicación de la ley 21.075 que regula la disposición, recolección y reutilización de las aguas grises en Chile en establecimientos educacionales de la región de Coquimbo y su replicabilidad en los hogares. Para ello se aplicaron encuestas, se recolectaron y compararon datos de reciclaje real de agua y se realizaron focus group, con el fin de evidenciar cuáles son las claves del éxito para la implementación de una política pública de este tipo.

ABSTRACT

Water scarcity is one of the most complex public problems facing humanity today. However, despite the magnitude of the problem, it is not seen in practice a solution management that allows to face this crisis in a concrete way. This research will investigate the application of Law 21,075 that regulates the disposal, collection and reuse of gray water in Chile in educational establishments in the Coquimbo region and its replicability in homes. For this, surveys were applied, data on actual water recycling were collected and compared, and focus groups were carried out, in order to show which are the keys to success for the implementation of a public policy of this type.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. EL PROBLEMA Y LOS FUNDAMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN	8
Problemática del agua en Chile.....	8
3. ESTUDIOS RELACIONADOS.....	12
4. CONCEPTOS FUNDAMENTALES (GLOSARIO DE TÉRMINOS).....	17
Medio Ambiente	17
Educación	18
Sociedad	21
Marco normativo	21
5. HIPÓTESIS, PREGUNTAS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	25
Objetivo General	26
Objetivos Específicos:.....	26
6. METODOLOGÍA.....	27
Instrumentos	28
Territorio Intervenido.....	29
7. ANÁLISIS DE CAMPO Y RESULTADOS.....	30
7.1 Aplicación de encuestas sobre hábitos de consumo de agua de establecimientos educacionales y análisis de datos.....	30
7.2 Resultados de la Implementación de sistemas de reutilización de aguas grises en establecimientos educacionales.	39
Tabla N°1: Establecimientos Educacionales con sistemas de reciclaje de agua gris.....	39
Tabla N°2: Datos de reciclaje de agua gris por establecimiento educacional.....	42
7.2.A Replicabilidad de los sistemas de reutilización de agua gris en los hogares de los estudiantes.....	45
7.3 Realización de Focus Group con actores clave y análisis de datos.	47
8. CONCLUSIONES	54
9. BIBLIOGRAFÍA.....	60

10. ANEXOS	63
ANEXO N° 1 Encuesta para Establecimientos Educativos.....	63
ANEXO N° 2 Encuesta para Docentes y Asistentes de la educación	65
ANEXO N° 3 Encuesta para Estudiantes	66
ANEXO N° 4 FORMATO FOCUS GROUP	67
ANEXO N° 5 FICHA POR ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL	69
ANEXO N°6 INFOGRAFÍA DE LOS SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUA	71

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, Chile ha manifestado un constante incremento de la demanda de agua como consecuencia del crecimiento económico y la adopción de patrones culturales sustentados en un consumo desmedido de los recursos hídricos. A esto se suma, el hecho de que en la era de los cambios globales, el fenómeno del “Cambio Climático” altera los patrones de precipitaciones líquida y acumulación de nieve en la cordillera andina, aumentando la escasez hídrica que afecta al sector centro-norte del país. En la Región de Coquimbo, el estado del sistema hídrico es crítico y esto está teniendo serias repercusiones en las actividades económicas que dependen de la agricultura y de la industria, y sobre la calidad de vida de las personas (División de Planificación y Desarrollo Regional, GORE Coquimbo, 2015).

Existen predicciones científicas, que de aquí al año 2030, entre las latitudes en que se ubican Arica y Chiloé, ocurrirá un calentamiento promedio de 2 a 4 grados Celsius, con intensificación de la aridez en la zona norte, avance del desierto hacia el sur, reducción hídrica en la zona central, aumento de precipitaciones en la zona sur y disminución de los glaciares.

En vista de este escenario, la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012- 2020 estima primordial que la ciudadanía tome conciencia de la importancia del agua para asegurar y permitir el desarrollo económico y social de Chile, promoviendo una cultura de conservación del agua, enfocando sus esfuerzos en la educación de todos los usuarios, considerando los conocimientos locales existentes y promoviendo enfoques integrados. A su vez, la Estrategia de Innovación Regional de Coquimbo plantea que el uso ineficaz del agua tiene efectos negativos en los recursos de los que dependen los ecosistemas y las personas, proponiéndose que, para paliar el problema, tanto una mejor planificación y gestión del recurso como la puesta en marcha de programas de sensibilización y capacitación hacia la población y la industria, son necesarios para alcanzar soluciones.

La reutilización de aguas grises (que son las aguas ya utilizadas que no contienen excretas, como el agua de lavamanos, duchas y lavadoras), podría contribuir a mejorar el

abastecimiento para usos distintos al consumo humano y, además, favorecer con una revalorización económica y social a un recurso que cotidianamente, es desechado después de un único uso.

En este contexto, en febrero del año 2018 se promulgó la ley 21.075, que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Esta ley viene a regular e incentivar el reúso de estas aguas, estableciendo un margen de acción para su reutilización, que contempla cinco potenciales destinos y usos para el agua reutilizada, que son: el uso *Urbano*, en el cual se incorpora el riego de jardines y recarga de sanitarios (WC), el uso *Recreativo*, donde se integra el riego de áreas verdes públicas o campos deportivos con libre acceso a público, el uso *Ornamental*, donde se incluye el riego de áreas verdes y jardines sin acceso a público, el uso *Industrial*, donde se contemplan todos los procesos industriales no destinados a alimentación ni refrigeración (no evaporativos), y el uso *Ambiental*, donde se incorporan aquellos destinados al riego de especies reforestadas, mantención de humedales, y todos aquellos usos destinados a la conservación y sustentabilidad ambiental. Para cada uso la ley establece diferentes parámetros de calidad que el agua reutilizada debe cumplir. Además, se integra un mecanismo de incentivo económico para la población, a fin de que el agua reutilizada, pueda significar un menor costo en las cuentas del agua, ya que no se utilizarán los sistemas de tratamiento y alcantarillado convencionales para estas aguas, por lo que se debe aplicar un factor de corrección por el menor uso de estos sistemas, que signifiquen una disminución en el cobro final de la cuenta. Sin embargo, al mes de diciembre 2021 aún no se encuentra tramitado el reglamento que permite operativizar esta normativa. Por lo que desde el año 2018 (cuando se promulgó la ley) hasta noviembre de 2021 (casi 4 años) ninguna persona ha podido utilizar este incentivo.

No obstante, lo anterior, existen territorios tan afectados por esta emergencia climática y de gestión hídrica, que ya se encuentran reutilizando el agua gris de forma espontánea, sin esperar la entrada en vigor del reglamento.

Este es el caso de la región de Coquimbo, un territorio fuertemente afectado por la sequía y desertificación. Donde existen más de 127.000 estudiantes de educación básica y media, quienes han nacido en un contexto de cambio climático, falta de agua e injusticia hídrica.

Paradójicamente el ciclo del agua se sigue enseñando de forma obsoleta, donde no se considera ni el cambio climático ni la forma en cómo se gestiona el agua en Chile. Y no se utiliza la infraestructura sanitaria como complemento educativo, ni tampoco como ejemplo de adaptación al cambio climático.

En esta investigación se revisarán las claves del éxito para la implementación y replicabilidad de una política pública de reutilización de aguas grises, a través de la revisión de la forma en que se ha llevado a cabo un Programa de Educación Hídrico Ambiental en establecimientos educacionales de la región de Coquimbo a través de la Fundación Un Alto en el Desierto, donde la autora de esta investigación es su Directora Ejecutiva.

2. EL PROBLEMA Y LOS FUNDAMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN

Problemática del agua en Chile

Chile es uno de los países con mayores recursos hídricos por persona del mundo, dichos recursos suponen una cantidad ocho veces mayor que el promedio mundial.

A pesar de la riqueza hídrica de Chile, tanto la disponibilidad como la demanda son variables en el tiempo y en el espacio. Cuando los recursos se consideran por regiones administrativas, la disponibilidad media de agua está por debajo de los 800 m³ por habitante/año, prevaleciendo las condiciones de déficit hídrico (Rebolledo, 2019).

No obstante, si se atiende a la disponibilidad según su demanda, las regiones más sensibles se localizarían en la zona central de Chile, donde la cantidad y densidad de población es mayor, la actividad agropecuaria e industrial es intensa, y la abundancia de recursos hídricos es poco elevada (Valdés Pineda, *et al.*, 2014; Rivera *et al.*, 2016).

Según datos de la Fundación Amulén (2019), en su estudio «Pobres de agua», en Chile, la escasez de agua afecta a cerca de un millón de personas y las proyecciones en torno al cambio climático indican el agravamiento de esta situación, por cuanto, al menos ocho de las dieciséis regiones de Chile presentarán escasez de agua en los próximos años. Además, más de 300.000 viviendas del sector rural aún no cuentan con infraestructura que les permita abastecerse de agua potable, y solucionan esta carencia recurriendo a ríos, vertientes, pozos y camiones aljibes.

Como alternativa para la adaptación al cambio climático aparece la Ley 21.075 que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Publicada en febrero del 2018 y cuyo reglamento aún se encuentra en trámite.

La Fundación Un Alto en el Desierto participó en la discusión de esta normativa en el Congreso Nacional durante los años 2016 y 2017, realizando valiosos aportes desde la experiencia práctica, y logrando incorporar en la normativa, la posibilidad de reutilizar agua en los establecimientos educacionales, ya que de acuerdo a estudios realizados en Estados

Unidos, Australia, Israel, Taiwán, India, Italia o Colombia se ha podido demostrar que en los establecimientos educacionales el uso promedio de agua por persona y día oscila en un rango de 10-30 litros, pudiendo desglosarse en: estanque de baños, 9-22 litros, lavamanos, 3-6 litros y bebedero, 1 litro (Wung et al., 2006; Farina et al., 2013; Araba Institute, 2016; Manco-Silva et al., 2017; Water Corporation, 2018).

Las variaciones en el consumo se deben a una combinación de factores, entre los cuales destacan el número de personas; comportamientos o hábitos de consumo del personal, actividades didácticas que se desarrollan en el centro educativo, servicios e infraestructuras existentes (jardines, piscina, etc.), y eficiencia de las infraestructuras, tanto en términos de ahorro hídrico como en términos de recolección, aprovechamiento y reutilización del agua (Ferraris et al., 2017).

Esta enorme generación de aguas grises en los establecimientos educacionales se convierte en una oportunidad para impulsar su reutilización. En Kuwait, a partir de tratamientos mínimos para reajustar algunos parámetros de calidad, se ha logrado demostrar que las aguas grises recolectadas podrían ser adecuadas para su reutilización en usos como el lavado del inodoro, la limpieza de los centros o el riego de áreas verdes (Alsulaili y Hamoda, 2015). A su vez, otros trabajos han destacado que el uso de aguas grises para el lavado de los inodoros podría suponer un ahorro de hasta el 35% del consumo total del agua doméstica (Friedler, 2004).

La Fundación Un Alto en el Desierto ha realizado la implementación de 15 sistemas de reutilización de aguas grises en 15 establecimientos educacionales públicos de la región de Coquimbo. Ha logrado generar la primera red de cosechadores y reutilizadores de agua de Chile, cuenta con datos duros acerca de los hábitos de consumo de agua en estos establecimientos, litros reciclados además de un trabajo colaborativo entre el mundo público, privado, sociedad civil y la academia.

Se aplicó una encuesta a nueve establecimientos educacionales de acuerdo con sus hábitos de consumo de agua y percepciones de los y las estudiantes respecto al uso del recurso

hídrico. Los resultados de esta encuesta se revisarán en los próximos capítulos de la presente investigación.

Además, se revisarán los resultados reales de la implementación de estos quince sistemas, la cantidad de agua reutilizada, los litros de agua en promedio diario utilizados por estudiantes y el uso y destino que se le otorga al agua reutilizada en estos establecimientos educacionales.

Por último, se evaluará cómo ha sido la replicabilidad del proyecto en los hogares de los y las estudiantes, lo que permitirá generar observaciones y consideraciones sobre la implementación de esta política pública a un nivel más doméstico y amplio.

La motivación para realizar esta investigación se centra en poder visibilizar la temática de la reutilización del agua gris como alternativa de adaptación al cambio climático, como una línea de acción real y concreta que permite el ahorro de miles de litros de agua al día.

Con la promulgación, en febrero del 2018, de la Ley 21.075 que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises se abre una gran oportunidad de cambiar los hábitos de consumo de agua de la población, de incentivar, en este ámbito, el desarrollo tecnológico del país desde los territorios y generar conciencia desde la práctica del cuidado y buen uso del recurso hídrico cada vez más escaso.

Para hacer frente a la problemática de escasez hídrica y la adaptación real al cambio climático, la Fundación Un Alto en el Desierto, en coordinación con el sector público, privado y la academia han logrado diseñar, construir e implementar quince sistemas de reciclaje de agua gris, que han sido instalados en establecimientos educacionales, acordes con la nueva normativa y realidad territorial, que permiten reutilizar alrededor de cinco mil litros de agua gris al día, provenientes de lavamanos y duchas de estos establecimientos.

El diseño, construcción, implementación y mantención de estos sistemas se realizó entre los años 2018 y 2021, y en este período se han generado datos muy interesantes en torno a los hábitos de consumo de agua, litros reciclados, dificultades y limitaciones en la implementación de la normativa, con lo que se han podido determinar las claves del éxito

para una correcta aplicación de una política pública tan necesaria para la adaptación al cambio climático y la generación de conciencia respecto a la utilización y reutilización del recurso hídrico.

Se hace necesario conocer las claves del éxito en la implementación de una política pública de reutilización de aguas grises para poder:

Replicar: Es decir, realizar este mismo proceso en otros establecimientos educacionales de la región y del país. Incluso también en viviendas, edificios públicos, empresas, entre otros. Y así poder transformar la reutilización del agua en un hábito cotidiano, tal como lo es abrir la llave de una lavamanos.

Actuar con *Celeridad:* dando respuestas oportunas a la emergencia climática que se está viviendo. Actualmente como humanidad nos estamos demorando mucho tiempo en actuar. Esta misma ley 21.075 es un ejemplo, comenzó su tramitación el año 2014 (Biblioteca Congreso Nacional), pasaron cuatro años de discusión en el Congreso y en febrero de 2022 se cumplirán cuatro años más esperando el Reglamento. Se llevan casi ocho años para tramitar una ley que es para apoyar la solución de una emergencia. En este tiempo la ciudadanía ya se encuentra aplicando estos principios, sin tener el aval normativo para realizarlo.

Adaptarse al cambio climático: Generando acciones concretas, reales y simples, y no tan solo generando diagnósticos de la situación. En estos casi ocho años se han realizado más estudios sobre adaptación al cambio climático que acciones concretas para adaptarse.

3. ESTUDIOS RELACIONADOS

En Chile y el mundo se han realizado investigaciones relacionadas a la reutilización de aguas grises. En el ámbito nacional se encuentra el estudio de la Fundación Chile “Claves para la gestión de aguas residuales rurales” donde se da cuenta de que en la región de Coquimbo “existe una gran cantidad de sistemas de tratamiento de aguas residuales (69%) que se encuentran en buenas y regulares condiciones de operación, localizados principalmente en las comunas de Ovalle, La Serena, Vicuña y Combarbalá. Un 18% están en malas condiciones y el resto se categoriza “en otra situación”, ya que están en licitación, construcción o ejecución de sus obras” (Fundación Chile, 2018, p.67).

También concluye que “las zonas con mayor potencial y factibilidad para evaluar la instalación de sistemas de reúso de aguas residuales tratadas son las comunas de Ovalle (provincia de Limarí) y Vicuña (provincia de Elqui), dados los elevados consumos hídricos que presentan los sectores productivos agrícola y de agua potable, junto con el estado de descarga en que se encuentran los pozos que en ellas se ubican” (Fundación Chile, 2018, p.71). Esta conclusión permite ratificar que los sistemas de reciclaje de aguas grises implementados por la Fundación Un Alto en el Desierto, se hicieron en zonas que realmente lo requieren y que tienen mayor necesidad del recurso.

Otro punto interesante que se recoge de este estudio es que las plantas de tratamiento que funcionan mal en el sector rural se deben principalmente a que las tecnologías utilizadas son difíciles de operar y/o mantener, y que quienes están a cargo de funcionamiento, no tienen las suficientes capacidades para ello, y en menor medida que no hay financiamiento para realizar mejoras (Fundación Chile, 2018).

La gran reflexión que entrega este estudio es que “la experiencia internacional indica que los sistemas de reúso generan un impacto de gran magnitud en las economías locales. En Chile, para que esta nueva fuente de agua sea aprovechada, se requiere incorporar una hoja de ruta que permita trabajar con todas las instituciones involucradas, las que puedan entregar recursos técnicos y económicos para implementar plantas de reúso, sumado a una cultura nueva de los sectores para considerar esta fuente de agua segura y aprovechable. Tomando

las consideraciones de inocuidad, el reúso de aguas residuales puede instaurarse como una real alternativa de nueva fuente de agua para la Región de Coquimbo y el resto del país, contribuyendo a ser una solución al problema del déficit hídrico regional y nacional” (Fundación Chile 2018, p.93).

Se debe tener presente que este estudio se realizó antes de la promulgación de la ley 21.075 que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises, por ende, ya estaría la hoja de ruta para guiar la implementación de una política pública en este ámbito, sin embargo las dificultades para la aplicación del reúso de agua siguen vigentes a pesar de existir una nueva normativa y se suman otras, que analizaremos en la presente investigación que dificultan la operación por parte de sistemas de pequeña escala, ya sean rurales o urbanos.

Otro estudio en el escenario nacional es el de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en su libro “Propuestas para Chile”, su capítulo 6 “Reutilización de aguas grises en Chile: propuesta de implementación en comunidades rurales como alternativa de mitigación para la escasez hídrica”, el cual sí aborda la reutilización de aguas grises luego de la implementación de la ley 21.075, a pesar de que el reglamento aún no se encuentra tramitado. En este estudio se señala que: En Chile, a pesar de que existen zonas con serios problemas de abastecimiento hídrico, el concepto de reúso de agua es relativamente nuevo si se compara con otros países como Estados Unidos, México, Israel o Australia, donde su reutilización lleva más de una década (Bravo, 2011).

“A pesar del avance que representa la ley como incentivo para la reutilización de aguas grises, las realidades de abastecimiento y saneamiento de diversos espacios rurales dificulta su aplicación y plantea la necesidad de superar una serie de obstáculos prácticos. La dispersión de los asentamientos humanos, la precaria infraestructura de saneamiento, la complejidad y poca continuidad del abastecimiento de agua potable, la falta de profesionales capacitados, la vulnerabilidad económica y la debilidad de facultades y escasa coordinación de las instituciones gubernamentales ligadas a esta ley se convierten en dificultades mayores para las comunidades rurales, y ponen en serio riesgo la aplicación efectiva de la ley” (PUC, 2020, P.178).

Este estudio de la Pontificia Universidad Católica de Chile también hace un análisis internacional de prácticas de reúso de agua, donde principalmente se establece que “la reutilización de aguas grises en algunos países se lleva practicando desde hace muchos años sin las regulaciones adecuadas y por propia iniciativa de las personas, debido a la escasez hídrica o a la imposibilidad económica de acceder a agua potable de forma segura. Actualmente, su tratamiento se está implementando en países desarrollados que buscan mejorar la gestión de sus recursos hídricos. Si bien las medidas que promueven el uso de aguas grises tratadas pueden ser fáciles de implementar, los métodos aplicados pueden tener costos prohibitivos para grandes sectores de la población. Sin embargo, en el año 2015 la Asamblea General de las Naciones Unidas –en el contexto de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible– estableció como objetivo mejorar el tratamiento de las aguas residuales y aumentar la reutilización del agua, lo que debería fomentar, a su vez, la transición hacia una economía circular (ONU-Agua, 2017)” (PUC, 2020, p. 181)

También se hace un análisis de las distintas regiones del mundo en este tema:

“La región árabe es una de las zonas que presenta mayor aridez en el mundo. De los 22 países que la componen, 18 se ubicaron por debajo de los 1.000 m³ per cápita de disponibilidad hídrica en el año 2014 (ONUAgua, 2017). Por este motivo, la reutilización de aguas se ha convertido en una alternativa central. Según datos del Consejo Ministerial Árabe sobre los recursos hídricos, un 23 % de las aguas residuales con tratamiento seguro se está utilizando para riego y recarga de aguas subterráneas (Arab WaterCouncil, 2012). Dado el nivel general de escasez hídrica de la región del Medio Oriente y el norte de África, muchos países han desarrollado ampliamente fuentes no convencionales de este recurso. El tratamiento formal y la gestión centralizada de las aguas residuales para riego se han convertido en componentes importantes de la política de agua en países como Jordania, Israel y Arabia Saudita (McIlwaine y Redwood, 2010). Algunos ejemplos más representativos de esto son los sistemas instalados en algunas mezquitas para la recuperación y tratamiento de las aguas residuales provenientes de la ablución (Al-Wabel, 2011).

Por otro lado, en África subsahariana existe una falta generalizada de infraestructura para la recolección y tratamiento de aguas residuales, lo que ha provocado la contaminación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Adicionalmente, la falta de recursos económicos dificulta el tratamiento de las aguas residuales y el control de calidad de estas mismas (ONU-Agua, 2017). Ante esta situación, algunos estudios dan cuenta de la implementación de procedimientos de escasa sofisticación tecnológica y bajo costo para el tratamiento de las aguas grises, con el objetivo de aumentar la disponibilidad de agua en zonas con alta escasez y reducido acceso a servicios de saneamiento (Ushijima et al., 2013; Maiga et al., 2014). En la región del Asia-Pacífico se encuentran países pioneros en la recuperación de aguas grises urbanas, tales como Australia y Japón. En el primero, esta reutilización se ha convertido en un ejemplo de política pública destacada para hacer frente a la sequía presente en el país. Para esto existen numerosas empresas certificadas que ofrecen diferentes opciones para el tratamiento de estas aguas. El sistema ideal depende de las condiciones particulares de cada usuario (Sydney Water, 2019). Por otro lado, un tratamiento muy utilizado en Japón es el Johkasou, regulado bajo una ley homónima desde el año 1983 (JECES, sin fecha), y que se caracteriza por tratar aguas residuales a pequeña escala y utilizar procesos anaeróbicos, aeróbicos y desinfectantes (Yoshikawa et al., 2019). América del Norte y Europa son zonas con una gran prosperidad económica, por lo que el nivel de acceso a saneamiento y tratamiento de aguas es bastante alto (ONU-Agua, 2017). En Estados Unidos, la desigualdad geográfica en el acceso al agua y la sequía que predomina en algunas zonas ha convertido a ciertos lugares en pioneros en cuanto a regulación del uso de aguas grises (USGS, 2015). California y Arizona fueron los primeros estados que definieron regulaciones y leyes sobre calidad y administración de esta agua, y actualmente 20 poseen algún tipo de normativa. La legislación ha permitido que diversas instituciones, empresas y ONG se alineen a estas normas y realicen instalaciones domiciliarias. Por su parte, en Europa varios países han promovido e instaurado la reutilización de aguas grises desde hace décadas. Por ejemplo, en Alemania el primer proyecto de este tipo comenzó en Berlín en el año 1989 (Nolde, 2005).

Finalmente, en América Latina y el Caribe, a pesar de ser una zona con abundantes recursos hídricos, la relevante actividad agrícola consume alrededor del 70% del total de agua disponible, lo que ha generado un estrés hídrico en la región. Adicionalmente, la desigualdad en el acceso a agua potable y a los sistemas de tratamiento de aguas residuales todavía es un desafío. No obstante, el reúso de aguas grises ha ganado relevancia en el último tiempo como una fuente alternativa de agua (ONU-Agua, 2017). En este sentido, Chile es un país adelantado en cuanto a legislación en esta materia, aunque la reutilización aún no es una práctica extendida y bien regulada en la región”. (PUC. 2020, p 183).

4. CONCEPTOS FUNDAMENTALES (GLOSARIO DE TÉRMINOS)

Para realizar esta investigación es necesario contar con ciertas definiciones que permitan profundizar en conceptos con los que se trabajará durante el desarrollo de esta. Estos conceptos se encuentran entrelazados tanto en el área de investigación como en el territorio, donde confluyen temas asociados al medio ambiente, la educación, la sociedad civil y la nueva normativa para el reciclaje y reutilización de aguas grises.

Medio Ambiente

De acuerdo con lo señalado por la Convención sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto, el **cambio climático** se ha entendido mundialmente como la variación global del **clima** de la Tierra. Donde esta variación puede deberse tanto a causas naturales, como a la acción del hombre. Y se ven afectados los parámetros climáticos como: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc, a muy diversas escalas de tiempo.

“El clima mundial ha evolucionado siempre de forma natural, pero pruebas convincentes obtenidas en todo el mundo revelan que ahora está en marcha un nuevo tipo de cambio climático, que permite prever repercusiones drásticas sobre las personas, las economías y los ecosistemas. Los niveles de dióxido de carbono y otros 'gases de efecto invernadero' en la atmósfera han aumentado vertiginosamente durante la era industrial debido a actividades humanas como la deforestación o el fuerte consumo de combustibles fósiles, estimulado por el crecimiento económico y demográfico.” (UNFCCC, 2005)

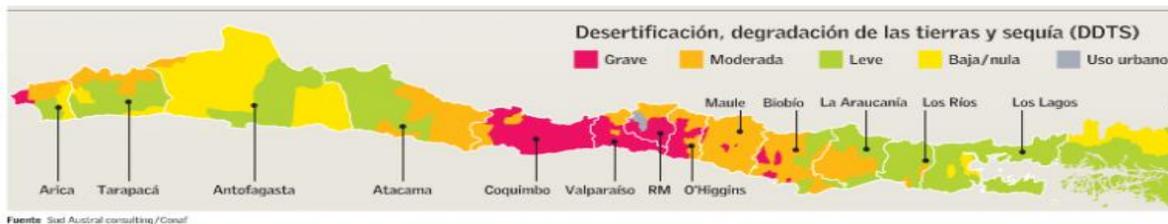
Dentro de este escenario de cambio climático se pueden distinguir también algunos conceptos y diferenciaciones, como desertificación y sequía. “Algunos piensan que la sequía y desertificación son un único y mismo fenómeno y que, por lo tanto, si se consigue eliminar los efectos de la sequía (proveyendo agua) se terminará también con la desertificación. También hay quienes creen que la sequía es la causa de la desertificación y en consecuencia si “gerenciamos” correctamente las sequías estaremos impidiendo la desertificación” (Mataillo 2012. P.62). Para este problema conceptual, se ha determinado cuáles son sus dificultades de visualización: La **sequía** es un fenómeno más reconocido y más visible que la desertificación. La **desertificación** es un proceso que ocurre durante lapsos de tiempos

relativamente extensos (10 o más años), mientras que la sequía es un evento marcado claramente en el tiempo, esto hace que las pérdidas de productividad y de la producción sean atribuidas a la sequía, que es mucho más visible y no a la desertificación.

En muchos casos, el proceso de desertificación no alcanza la condición de desierto lo que **dificulta su visualización** y la falta de seguimiento del comportamiento de los indicadores de productividad, erosión, y otros en las zonas áridas y semiáridas. (Mataillo,2012).

La sequía experimentada (2010-2014) por la zona más poblada de Chile es un fenómeno extraordinario por su extensión y duración sin parangón en registros históricos y paleoclimáticos de los últimos 1.000 años. (Cr2 U.Chile 2015).

Como se puede ver en la siguiente figura, la región de Coquimbo (junto con la región de Valparaíso y Metropolitana) es una de las más afectadas por la desertificación y la sequía en el territorio nacional.



Por este motivo la investigación tiene como objeto a establecimientos educacionales que se ubican en esta región.

Educación

Es importante señalar algunos conceptos asociados al ámbito de la educación, ya que la investigación se basa en el trabajo realizado en establecimientos educacionales públicos de la región de Coquimbo, principalmente del área rural. Las escuelas que participan de la investigación varían desde escuelas unidocentes o multigrado (con matrículas de 8 a 15 estudiantes), escuelas medianas (con matrículas entre los 100 y 350 estudiantes) y establecimientos grandes (con más de 1.000 estudiantes).

Educación Rural: “Los niños y niñas de localidades pequeñas y distantes amplían sus oportunidades de inclusión social y proyectos de vida futuros a través de una educación adecuada y pertinente a su contexto que les permite alcanzar aprendizajes de calidad.

Las escuelas rurales se organizan a través de las “aulas multigrado”, que responden a la diversidad de los y las estudiantes que asisten, dada por su edad, disposiciones al aprendizaje y puntos de partida que presentan. En una escuela multigrado, al menos una de sus aulas se encuentra combinada, es decir, está compuesta por estudiantes de diferentes cursos.

Más de 35.500 estudiantes despliegan sus talentos y logran las habilidades requeridas para su desarrollo en 2.200 escuelas rurales multigrado-chilenas” (Mineduc, 2020).

Educación Técnico Profesional: La Educación Media Técnico Profesional es una formación que permite una preparación para la vida del trabajo, junto a la posibilidad de continuar estudios superiores y desarrollar una trayectoria de aprendizaje permanente. En los establecimientos que cuentan con Educación Media Técnico Profesional se forma a estudiantes en especialidades que responden a necesidades de desarrollo económico y social de cada una de las regiones y a los requerimientos reales de empleo del país. Actualmente se ofrecen **35 especialidades de 15 sectores económicos**. Al finalizar, los estudiantes obtienen un título de técnico de nivel medio, luego de una práctica profesional. En Chile 944 establecimientos educativos imparten educación media técnico profesional y forman a más de 156.355 estudiantes a lo largo del país. (Mineduc, 2020). Esta definición es importante porque un actor principal en esta investigación es el Liceo Politécnico de Ovalle, quienes se encargan de fabricar e instalar los sistemas de reciclaje de agua, siendo pioneros en la región.

La **Subvención Escolar Preferencial (SEP)** es una ley que entrega recursos del Estado para mejorar la equidad y calidad educativa de los establecimientos educacionales subvencionados de nuestro país. Esta subvención adicional se le entrega al sostenedor, por los alumnos prioritarios que estén cursando desde el primer nivel de transición de la educación parvularia, hasta el segundo año de enseñanza media en el año 2014,

incorporándose tercer año de enseñanza media para 2015 y hasta 4 año de enseñanza media en 2017.

Para percibir estos recursos, el sostenedor firma un Convenio de Igualdad de Oportunidades y Excelencia Educativa, mediante el cual adquiere el compromiso de destinar esta subvención a la implementación de un **Plan de Mejoramiento Educativo (PME)**, que contenga iniciativas que apoyen con especial énfasis a los estudiantes prioritarios, y acciones de apoyo técnico-pedagógico para mejorar el rendimiento escolar de los estudiantes con bajo rendimiento académico.

El objetivo de la **SEP** es mejorar la calidad y equidad de la educación en los establecimientos educacionales que atienden alumnos cuyas condiciones socioeconómicas pueden afectar su rendimiento escolar; para avanzar hacia una educación con mejores oportunidades para todos.

Pueden estar en la SEP todos los establecimientos educacionales (municipales y particulares subvencionados) que se rigen por la Ley de Subvenciones, que imparten enseñanza regular diurna y que tienen matrícula en los niveles incorporados al beneficio (al año 2015 abarca desde Prekinder a 4° Medio) y cuyo sostenedor haya postulado voluntariamente y firmado el convenio.

Cerca del 85% de los establecimientos educacionales que cumplen los requisitos están incorporados a la SEP, 99% de los municipales y 2 de cada 3 particulares subvencionados. Ley SEP.

Estos conceptos de Ley SEP y Plan de Mejoramiento Educativo son relevantes ya que mediante estos instrumentos es posible que cada establecimiento educacional con un sistema de reciclaje de agua operativo pueda solicitar y asignar recursos a su mantención desde el propio quehacer de la escuela y no depender de proyectos que se financian año a año, sino que de la propia gestión del establecimiento.

Sociedad

"El progreso no viene de la competencia, viene de la mirada constructiva que permite **colaborar** con otros haciendo algo que sea valioso para la comunidad" (Maturana, 2019). En este contexto es muy relevante entender a la colaboración como eje central de foco de estudio de esta investigación, ya que, sin el aporte del sector público, la empresa privada, la academia y la sociedad civil no se podrían haber construido los sistemas de reciclaje de agua.

Dentro de quienes colaboran para implementar esta iniciativa está el llamado **Tercer Sector** que es el que en definición de la ONG Ayuda en Acción, "hace referencia al sector de la economía que no es el sector privado de las empresas y organizaciones dirigidas y orientadas a conseguir beneficios económicos para sus propietarios o accionistas, ni tampoco el sector público, en el que están todos los organismos que dependen del Estado y que se encaminan a dar servicio a la ciudadanía en los distintos países". Aquí se encuentran las ONG y Fundaciones, como la Fundación Un Alto en el Desierto, quienes han colaborado con las diferentes instancias para llevar a cabo la implementación de la ley 21.075.

"Las entidades del **tercer sector** surgen en su mayoría por el empuje de la ciudadanía o por el interés de empresas en involucrarse con acciones concretas en la mejora de los ámbitos de trabajo en los que están interesados. En su mayoría los ámbitos de intervención que están más representados en este sector son los sociales, educativos, sanitarios, humanitarios, medioambientales y de protección animal, de cooperación internacional, culturales, artísticos y deportivos" (Ayuda en Acción, 2020).

Marco normativo

Como se ha mencionado precedentemente, la normativa que da contexto a esta investigación es la Ley 21.075, que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Esta normativa entrega la pauta para el diseño, implementación y fiscalización de los sistemas de reutilización de aguas grises, además de otorgar el marco de incentivos para que la ciudadanía pueda animarse a reutilizar el agua obteniendo un beneficio económico en caso de adoptar esta medida.

Dentro de los conceptos incorporados en esta normativa, y que se considera relevantes para incorporar en el marco conceptual de esta investigación se encuentra el artículo 2 de la ley que señala íntegramente los siguientes conceptos:

- a) "**Aguas grises**": aguas servidas domésticas residuales provenientes de las tinas de baño, duchas, lavaderos, lavatorios y otros, excluyendo las aguas negras.
- b) "**Aguas grises tratadas**": aquellas que se han sometido a los procesos de tratamiento requeridos para el uso previsto.
- c) "**Aguas negras**": aguas residuales que contienen excretas.
- d) "**Aguas residuales**": aquellas que se descargan después de haber sido utilizadas en un proceso o producidas por éste, y que no tienen ningún valor inmediato para dicho proceso.
- e) "**Aguas servidas domésticas**": aguas residuales que contienen los desechos de una edificación, compuestas por aguas grises y aguas negras.
- f) "**Aportante**": inmueble edificado del cual provienen las aguas grises para su tratamiento y posterior uso.
- g) "**Instalación domiciliar de alcantarillado de aguas grises**": obras necesarias para evacuar las aguas grises de un inmueble, desde las tinas de baño, duchas, lavaderos y lavatorios y otros, hasta la planta domiciliar de tratamiento de aguas grises o hasta la última cámara del sistema de recolección domiciliar de aguas grises, según corresponda. En caso de que estas instalaciones cuenten con una conexión a la red pública de alcantarillado, se entenderá que también forman parte de las instalaciones domiciliarias de alcantarillado de aguas servidas, sin afectar el descuento establecido en el artículo 13.
- h) "**Planta de tratamiento de aguas grises**": instalaciones y equipamiento destinados al proceso de depuración de éstas, con el objeto de alcanzar los estándares exigidos para su reutilización.
- i) "**Red pública de recolección de aguas grises**": aquellas instalaciones operadas y administradas por el responsable del servicio público de recolección de aguas grises, a las que se empalman las instalaciones domiciliarias de aguas grises.
- j) "**Redes privadas de recolección de aguas grises**": aquella parte de la instalación domiciliar de alcantarillado de aguas grises ubicada aguas arriba de la planta de tratamiento de aguas

grises o de la última cámara de la red domiciliaria de alcantarillado de aguas grises, según corresponda, y que sirve a más de un inmueble edificado.

k) "**Reutilización de aguas grises**": la aplicación de aquellas, una vez que se han sometido al tratamiento exigido para el uso autorizado.

l) "**Sistemas de interés público**": aquellos que satisfacen un interés de esta especie por servir al riego de áreas verdes, parques o centros deportivos públicos, admitidos por el instrumento de planificación territorial aplicable y, en su caso, por el proyecto de urbanización. Asimismo, deben ser de propiedad o administración municipal, del Servicio de Vivienda y Urbanización o de cualquier otro órgano de la Administración del Estado. También tendrán el carácter de sistemas de interés público aquellos cuya finalidad sea la recolección, tratamiento y reutilización de aguas grises generadas por establecimientos educacionales públicos o en que las aguas grises tratadas se destinen al riego o a cualquier otro destino autorizado que beneficie a un establecimiento educacional público. Tendrán asimismo el carácter de sistemas de interés público aquellos que, siendo calificados como tales por el órgano administrativo competente, se destinen a la protección, preservación y/o conservación de Áreas Protegidas, con el objeto de asegurar la diversidad biológica, salvaguardar la preservación de la naturaleza o conservar el patrimonio ambiental. De todas formas, podrán tener la calificación de interés público los sistemas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas grises que, sin estar destinados a un Área Protegida específica, igualmente contribuyan a la conservación y sustentabilidad ambiental, de acuerdo a lo establecido en el numeral 5 del artículo 8. Para efectos de materializar la conexión a que se refiere el numeral 6 del artículo 3, los concesionarios de servicios sanitarios de recolección de aguas servidas estarán obligados a prestar estos servicios dentro de su territorio operacional cuando sea solicitado para un sistema de interés público. La solicitud de conexión y los servicios de recolección se realizarán en los términos de la Ley General de Servicios Sanitarios, contenida en el decreto con fuerza de ley N° 382, del Ministerio de Obras Públicas, de 1988, la ley N° 18.902 y demás normas relacionadas con los servicios sanitarios. Los inmuebles que servirán como afluentes de un sistema de tratamiento de aguas grises de interés público estarán

definidos en el proyecto de urbanización que servirá de base a la licitación pública que contempla el artículo 5.

m) "**Sistema de reutilización de aguas grises**": conjunto de instalaciones destinadas a la recolección, tratamiento, almacenamiento y conducción de las aguas grises para su uso en la alternativa de reutilización que se proyecte. Incluye, además, instalaciones para el uso del efluente tratado, el cual debe cumplir con la calidad para el uso previsto definida en la reglamentación. Las plantas de tratamiento de aguas grises se entenderán admitidas como uso de suelo para efectos de su emplazamiento, debiendo respetar las condiciones que al efecto establezca la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

n) "**Sistemas de reutilización de aguas grises domiciliarios**": aquellos en que se aprovechan estas aguas al interior del inmueble en que se producen y tratan, para los fines que se autorizan.

ñ) "**Sistemas de reutilización de aguas grises domiciliarios colectivos**": aquellos en que se aprovechan estas aguas que se producen y tratan al interior de un edificio o conjunto de edificaciones que conforman un condominio o comunidad.

o) "**Superintendencia**": Superintendencia de Servicios Sanitarios.

p) "**Titular de la autorización**": persona natural o jurídica que obtiene de la autoridad sanitaria la autorización necesaria para la instalación de un sistema de reutilización de aguas grises y se hace responsable ante ella de su funcionamiento, según los fines autorizados.

q) "**Usuario del agua gris tratada**": persona natural o jurídica que utiliza el agua gris tratada para el uso previsto.

5. HIPÓTESIS, PREGUNTAS Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

La hipótesis que guiará el presente trabajo de investigación es la siguiente:

Las claves para lograr una adecuada implementación de la política pública de reutilización de aguas grises en Chile son seis:

1. Contar con incentivos económicos para que la población recicle el agua.
2. Tener asistencia técnica y capacitación durante el proceso de diseño, instalación e implementación de los sistemas de reutilización en los establecimientos educacionales.
3. Recibir instrucciones claras desde la autoridad y accesibles para la ciudadanía.
4. Incorporar dentro del currículum formal de educación los procesos de reciclaje de agua, como lo son los Sellos Escolares y el Programa de Mejoramiento Educativo (PME).
5. En la medida que los sistemas son exitosos en los establecimientos educacionales, la comunidad escolar lo replica en sus hogares.
6. La existencia de un vínculo real entre la asistencia técnica y los establecimientos educacionales da como resultado un compromiso con el cuidado y utilización de los sistemas.

Las preguntas guía de esta investigación serán:

- ¿Cuáles son los resultados de la implementación de la ley 21.075 de aguas grises en establecimientos educacionales públicos de la región de Coquimbo durante los años 2018, 2019 y 2020?
- ¿Cuáles son las claves del éxito para que la política pública de reutilización de aguas grises sea implementada por la ciudadanía?

Se establecen también los siguientes objetivos para la investigación:

Objetivo General

Descubrir las claves de éxito de la implementación de la ley 21.075, que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises, en establecimientos educacionales públicos de la Región de Coquimbo.

Objetivos Específicos:

- Analizar la implementación de la ley en establecimientos educacionales públicos de la Región de Coquimbo.
- Describir y comparar los resultados entre establecimientos educacionales, para poder determinar las mejores formas de implementación, en ámbitos técnicos y de gestión.
- Evaluar cuáles han sido las mejores experiencias y resultados.
- Identificar las principales dificultades y oportunidades de mejora en la implementación de esta normativa.

6. METODOLOGÍA

La investigación tendrá un **fin** aplicado, ya que se realizará en el mismo territorio, en base a casos prácticos de 15 establecimientos educacionales de 9 comunas de la región de Coquimbo. Tendrá una **profundidad** descriptiva, ya que se sistematizarán las experiencias y datos asociados a la implementación de los sistemas de reciclaje de agua en cada establecimiento.

Tendrá un **alcance temporal** seccional, ya que se analizarán los datos obtenidos entre los años 2018, 2019, 2020 y 2021. Que es el tiempo que se lleva en estos establecimientos reciclando agua.

La **amplitud** será microsociológica, ya que se tomará un grupo objetivo a investigar que será dado por los establecimientos educacionales (15) que actualmente se encuentran reciclando agua.

Las **fuentes** a utilizar serán mixtas, ya que se realizarán encuestas en establecimientos educacionales, focus group con informantes clave y se analizarán datos duros y comparativos entre escuelas que reutilizan agua y hogares que también realizan esta práctica.

El **carácter** de la investigación será cuantitativo y cualitativo, ya que se recogerán datos duros (como cantidad de litros reciclados, resultados de la calidad del agua, entre otros), los cuales serán analizados y comparados, pero también se analizarán entrevistas a personajes claves y usuarios del sistema, además de las apreciaciones propias de la autora.

La investigación será de **naturaleza** empírica, ya que se basa esencialmente en el análisis de casos prácticos, a fin de rescatar las mejores experiencias en torno al reciclaje de agua y las dificultades experimentadas para poder generar propuestas de mejora al ámbito de la implementación de la ley 21.075.

El **marco** será de Campo, ya que la investigación se realizará principalmente en terreno.

Se realizan **estudios derivados** de la implementación de pilotos, realización de encuestas y entrevistas.

El **objeto** de la investigación serán sectores sociales. Específicamente los quince establecimientos educacionales públicos, con alta tasa de vulnerabilidad, ubicados en territorios afectados por la sequía y la escasez hídrica y que actualmente se encuentran reciclando agua gris.

Instrumentos

Los instrumentos que se utilizarán para el desarrollo de la investigación, y que se adjuntan en el apartado de anexos, serán:

- *Encuestas:* respecto de los hábitos de consumo de agua en establecimientos educacionales y hogares. Se realizaron encuestas a 9 establecimientos educacionales a su personal directivo, docente, de aseo y cocina, además de encuestar a estudiantes.
- *Trabajo de campo:* Se llevaron a cabo visitas a terreno, donde se revisó el estado y funcionamiento de los sistemas in situ, además de verificar los litros reutilizados según los medidores instalados en cada establecimiento. En esta visitas se aprovechó de conversar con los operadores de los sistemas y los profesores a cargo. Estas visitas se realizaron tanto a los establecimientos educacionales con sistemas instalados (15 escuelas) como a los hogares donde también se instalaron sistemas de reutilización de agua de lavadora (7 hogares).
- *Focus group:* Se generaron 2 instancias de entrevistas en este formato, donde se expusieron opiniones de los participantes en torno a preguntas comunes (Se adjuntan las pautas en el apartado de anexos). Una de ellas se realizó en modo remoto por la plataforma zoom, debido a las restricciones de la pandemia que se encontraban vigentes a la fecha de realización, y la otra se desarrolló de forma presencial, de acuerdo a los aforos permitidos.

En ambas instancia participaron directores/as, profesores/as, asistentes de la educación, autoridades, estudiantes, científicos, académicos, profesionales y operadores del sistema.

La aplicación de los instrumentos mencionados precedentemente permitió realizar un análisis de los datos recabados. Con lo cual se pudo realizar observaciones y estudios tanto cuantitativos, dado por la tabulación de encuestas y tablas de datos y también análisis cualitativos, gracias al estudio de los focus group.

Territorio Intervenido

Los establecimientos educacionales asociados a la investigación se despliegan por toda la región de Coquimbo, específicamente en nueve comunas: La Higuera, Andacollo, Río Hurtado, Monte Patria, Ovalle, Combarbalá, Punitaqui, Canela y Los Vilos. Cuya dispersión geográfica se puede ver en el siguiente mapa:



Los símbolos representan los lugares donde se encuentra instalado un sistema de reutilización de aguas grises.

7. ANÁLISIS DE CAMPO Y RESULTADOS

La presente investigación se compone de tres líneas de trabajo:

- 1) Aplicación de encuestas sobre hábitos de consumo de agua de establecimientos educacionales y análisis de datos.
- 2) Análisis de resultados de la Implementación de sistemas de reutilización de aguas grises en establecimientos educacionales y hogares.
- 3) Realización de focus group con actores clave.

7.1 Aplicación de encuestas sobre hábitos de consumo de agua de establecimientos educacionales y análisis de datos

Los estudios realizados hasta la fecha demuestran que las investigaciones que pretenden explicar el consumo hídrico en centros escolares no deben basarse en el análisis de un único factor, como por ejemplo el número de alumnos que tiene el centro, sino que deben considerar una combinación de factores. Entre ellos destacan los siguientes: (1) el número de personas que utilizan diariamente el centro; (2) comportamientos o hábitos de consumo del personal; (3) actividades didácticas que se desarrollan en el centro; (4) servicios e infraestructuras existentes (jardines, piscina, etc.); y, finalmente, (5) eficiencia de las infraestructuras, tanto en términos de ahorro hídrico como en términos de recolección, aprovechamiento y reutilización del agua [Ferraris et al., 2017].

El consumo de agua en los centros escolares puede llegar a ser muy variado y podría depender, en primera instancia, del número de personas que forman parte de éste. Esta afirmación se apoya en el estudio realizado por Wung et al. [2006], quienes analizaron la demanda de agua en relación con el número de estudiantes de varios centros escolares de la ciudad taiwanesa de Taipéi. A pesar de que sus resultados presentan bastante dispersión, estos autores observaron una relación positiva y directa entre demanda hídrica y número de estudiantes. Dicha relación también fue observada por Almeida et al. [2015] en un estudio sobre consumo de energía y agua desarrollado en centros escolares de Portugal. Sin embargo, estos autores también observaron una gran variabilidad en el consumo de agua entre los centros educativos, incluso entre aquellos con similares características, y

concluyeron que la cantidad de estudiantes que tiene un centro fue un factor menos importante para explicar el consumo hídrico que los hábitos o comportamiento que mostraron los usuarios con respecto al uso del agua. Estos resultados ponen en relieve el papel preponderante que juega la educación para enseñar hábitos de consumo responsables y correctos ya que, si dichos hábitos son adecuados, pueden determinar una reducción del consumo y con ello del gasto económico.

Durante el año 2018, como parte del proceso de inserción de una metodología para el reciclaje de agua en establecimientos educacionales, se aplicó por parte de la Fundación Un Alto en el Desierto y la Pontificia Universidad Católica de Chile una encuesta de “Caracterización del ciclo hidrológico natural, antrópico y hábitos de consumo de agua”¹, la cual fue aplicada a estudiantes, profesores, asistentes de la educación (DAE) y al personal de aseo y mantención (PAM) de nueve establecimientos educacionales de la Región de Coquimbo, en los cuales se instalarían los sistemas de reciclaje de agua. Cabe hacer presente que, de los nueve establecimientos, tres de ellos ya se encontraban reciclando el agua de manera artesanal.

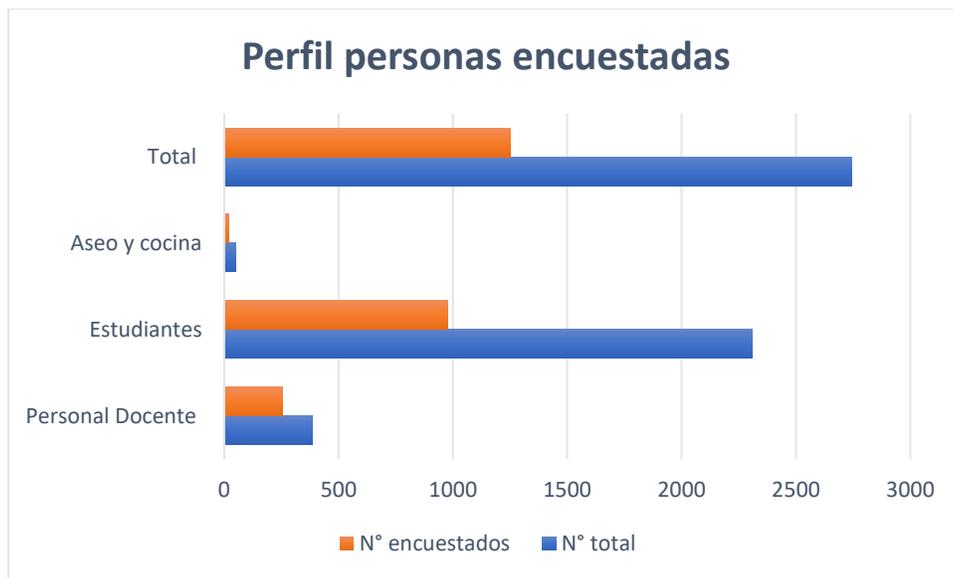
Esta encuesta de caracterización, también se realizó en los hogares de los y las estudiantes de las escuelas, con el fin de conocer si el tema es importante a nivel domiciliario y se la iniciativa es posible replicarla. Tanto la aplicación de la encuesta, como la tabulación y análisis de los datos, fueron realizados por los equipos profesionales de la Fundación Un Alto en el Desierto y la Pontificia Universidad Católica de Chile, entre quienes se encuentra la autora de esta investigación (Actividad Formativa Equivalente - AFE), quien además es coautora del artículo denominado “Water Balance Assessment in Schools and Households of Rural Areas of Coquimbo Region, North-Central Chile: Potential for Greywater Reusedonde” donde se publicaron parte de los resultados.

¹ Ver Anexo N°1 “Encuesta Caracterización del ciclo hidrológico natural, antrópico y hábitos de consumo de agua”.

Los resultados obtenidos permitieron conocer el grado de conocimiento, prácticas, percepción y nivel de concientización de la población local sobre los recursos hídricos existentes.

Con la información de estas encuestas se pudo determinar que el número de personas pertenecientes a los establecimientos involucrados eran 2.746. De ellas, se logró encuestar a 1.251, que representan un 45,6% del universo total.

Gráfico N°1



Fuente: Elaboración propia

De los 387 docentes y asistentes de la educación pertenecientes a las comunidades educativas, se logró encuestar a una muestra de 255 personas (65,9%).

El 63,1% del total de los y las docentes y asistentes de la educación (DAE) son mujeres y 36,9% son hombres.

El promedio de edad de los DAE alcanza los 40 años, oscilando entre los 18 y los 70 años.

A los DAE encuestados/as se les realizaron una serie de preguntas que buscaban conocer sus hábitos de consumo y prácticas con respecto al uso del agua. Estas interrogantes se dirigían a saber el número de veces que se utilizaban los servicios sanitarios y duchas del establecimiento y la cantidad de agua empleada en este uso.

Los y las docentes y asistentes de la educación señalaron que durante un día normal abren un promedio de 4,3 veces la llave del sanitario, siendo marginal la diferencia entre hombres y mujeres, un 0,1% más en los primeros. Si se considera el tiempo en que permanece abierta la llave de agua, los/as profesores/as y asistentes contestaron que lo hacen durante un promedio de 0,9 minutos (54 segundos), existiendo docentes y asistentes de la educación que alcanzan un máximo de 5 minutos al día (300 segundos).

Según la Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile, cada 10 segundos se consume un promedio de 1 litro. Por tanto, cada docente y asistente de la educación en promedio utiliza 5,4 litros de agua al día, es decir, 27 litros de agua a la semana.

De los 2.307 estudiantes de las comunidades educativas, se logró encuestar a una muestra de 976 estudiantes (42,3%).

El 68,3% del total de los y las estudiantes son hombres y 31,7% son mujeres. De este universo, se logró encuestar una proporción similar al total de ambos sexos (61,4% de hombres y 38,6% de mujeres).

El promedio de edad de los y las estudiantes alcanza los 12 años, oscilando entre los 4 y los 18 años.

A los y las estudiantes encuestados/as se les realizaron seis preguntas que buscaban conocer sus hábitos de consumo y prácticas con respecto al uso del agua. Estas interrogantes se dirigían a saber el número de veces que se utilizaban los servicios sanitarios y duchas del establecimiento y la cantidad de agua empleada en este uso.

Los y las estudiantes señalaron que durante un día normal abren un promedio de 3,4 veces la llave del sanitario, siendo marginal la diferencia entre hombres y mujeres, un 0,1% más en estas últimas. Si se considera el tiempo en que permanece abierta la llave de agua, los estudiantes contestaron que lo hacen durante un promedio de 1,2 minutos (72 segundos), existiendo alumnos que alcanzan un máximo de 5 minutos al día (300 segundos).

Comparando hombres y mujeres, nuevamente serían ellas quienes requieren más tiempo (1,3 minutos).

Según la Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile, cada 10 segundos se consume un promedio de 1 litro. Por tanto, cada estudiante en promedio utilizaría 7,2 litros de agua al día, es decir 36 litros de agua a la semana.

No se utilizarán para el análisis de la presente investigación los resultados obtenidos del personal de aseo y mantenimiento.

Una información interesante que se pudo obtener de la aplicación de esta encuesta es que los establecimientos educacionales no reciben las boletas de consumo de agua directamente, si no que llegan a los Departamentos de Educación Municipal y se pagan los estados de cuenta desde allí. Lo que significa que los establecimientos y sus directivos no conocen cuánto es su consumo real de agua, ni cuánto es lo que se paga, lo que se tradujo en una dificultad para contrastar en la realidad cuánto es el ahorro en dinero para las escuelas. Este caso se produjo en todas las escuelas encuestadas.

Fue muy importante realizar este trabajo de encuesta y levantamiento de información para efectos de determinar el diseño de los sistemas de reutilización de aguas grises, ya que no se tenía a priori información sobre hábitos de consumo de agua específico del territorio donde se realizaría la intervención.

En los establecimientos educacionales se aplicaron encuestas a los hogares de los y las estudiantes, sin embargo, la muestra no fue representativa. A pesar de ello se logró encuestar a 100 hogares, cuyos resultados de todas formas son dignos de analizar.

El objetivo de este instrumento era conocer el origen, consumo y utilización de recursos hídricos en los hogares de los y las estudiantes de las escuelas donde se instalarían los sistemas de reciclaje de agua.

El promedio de edad de las personas de los hogares encuestados fue de 41 años, oscilando entre los 20 y 70 años.

Los hogares están conformados por un promedio de 4,1 personas. Existiendo hogares individuales y hogares extendidos (incluyendo abuelos y/o parientes cercanos).

La población encuestada se caracterizó por estar escolarizada. Solo un 14,87% no tiene estudios o educación básica incompleta. Un 44,59% ha completado educación media y un 7,43% estudios superiores.

Al consultar por la procedencia del agua utilizada por los hogares, se obtuvo los siguientes resultados:

El 54,53% de los hogares accede a agua potable rural (APR) y el 25,13% a la red de abastecimiento de sanitarias (de la empresa Aguas del Valle). Un 15,56% de los hogares presenta una alta vulnerabilidad en el acceso a agua, tanto desde el punto de vista fitosanitario como en la disponibilidad de este vital elemento, pues solo disponen de agua a través de camiones aljibes, pozo o norias y canales de riego.

Anualmente, los hogares consumen un promedio de 13,4 m³, alcanzando un máximo medio de 15 m³ en los meses estivales.

En la encuesta se consultó sobre el consumo de agua que tienen los hogares en sus actividades básicas y se obtuvo información del consumo de agua por servicios higiénicos y cocina.

Cada miembro de los hogares encuestados consume al día, en promedio, 317 litros. El cual se desglosa en que cada miembro señaló utilizar el lavamanos un promedio de 7 veces al día, lo que implica un tiempo medio total de 2,5 minutos. Según la Superintendencia de Servicios Sanitarios de Chile (SISS), cada 10 segundos se consumen un promedio de 1 litro (1.000 cm³). Por tanto, al utilizar el lavamanos, cada integrante del hogar utiliza, en promedio, 15 litros de agua al día, o sea 105 litros de agua a la semana.

Los miembros de los hogares señalaron que utilizan los inodoros un promedio de 4,1 veces al día. En este caso, si se considera que la capacidad de almacenaje de agua que tiene el depósito de un inodoro estándar corresponde a 20 litros, se podría determinar que cada integrante de los hogares gasta en promedio 82 litros de agua al día en el uso de sanitarios (574 litros a la semana).

De los hogares que poseen ducha, cada uno de sus integrantes señaló que la utiliza, en promedio, 6 veces a la semana, por un tiempo de 11 minutos, aproximadamente. Según la SISS, una ducha de 5 minutos necesita 100 litros (20 litros por minuto). Así cada integrante

encuestado estaría consumiendo un promedio de 220 litros al día (1.320 litros de agua a la semana).

En la preparación de los alimentos se obtuvo que cada miembro de los hogares encuestados consume al día, en promedio, 28,2 litros de agua.

Los hogares señalaron que cada integrante utiliza, en promedio, 3,5 veces el lavaplatos por un tiempo de 4,7 minutos.

También se consultó por los hábitos de reutilización de agua por hogar

Ante la pregunta ¿usted reutiliza agua?, un 66,2% respondió afirmativamente, ya sea en el lavaplatos (37,5%), lavadora (22,8%), ducha (17,4%) y lavamanos (16,8%).

En cuanto a los hogares que no reutilizan agua, las personas reflexionaron identificando artefactos en los cuales se podría reutilizar, tales como lavaplatos, lavamanos, lavadora y ducha.

Por último, tanto los hogares que reutilizan como los que no, señalan que el agua reutilizada podría ser empleada en riego (67,9%), recarga de baños (15,7%) y aseo de los hogares (11,3%).

De los datos obtenidos por la aplicación de las encuestas es posible desprender algunas consideraciones importantes:

- Los adultos señalan abrir más veces la llave del lavamanos que los y las estudiantes, sin embargo, el tiempo en que los adultos indican dejar abierta la llave es menor al tiempo que señalan los niños y niñas. Esto trajo como consecuencia que los sistemas de reciclaje se debían instalar prioritariamente en los baños de los y las estudiantes, por dos motivos, primero son el mayor número de personas en los establecimientos y segundo utilizan más agua que los adultos, por ende, es el lugar más apropiado para obtener más cantidad de recurso a reutilizar.
- Los hogares encuestados se abastecen en su mayoría por Sistemas de Agua Potable Rural (APR), que son organizaciones comunitarias de gestión del agua que permiten abastecer del recurso a localidades rezagadas donde no llegan las empresas sanitarias convencionales. En particular hay tres localidades donde estas organizaciones presentan dificultades en su operación, principalmente por falta del

recurso y escasa recuperación de napas subterráneas. Es el caso de la localidad de La Torre de la comuna de Ovalle, donde se encuentra la escuela Lucía Núñez de la Cuadra, la localidad de Quilitapia de la comuna de Combarbalá, donde se encuentra la escuela Pedro de Valdivia y la localidad de Los Rulos en la comuna de Canela, donde se encuentra la escuela Violeta Parra. En todos estos sectores, los establecimientos educacionales y los hogares de los estudiantes sufren cortes de agua recurrentes que incluso obligan a suspender las clases. Una situación similar ocurre con la gran cantidad de hogares (un 15,5% de los encuestados) que recibe agua por camión aljibe, la cual no garantiza que se entregue agua de calidad ni tampoco en suficiencia. En la región de Coquimbo se entregan 50 litros de agua al día por persona (Gore Coquimbo 2020), cantidad que es completamente insuficiente para garantizar la vida digna de las familias.

- Dada la situación anterior, el reciclaje y reutilización del agua se torna una condición natural para más del 60% de las familias encuestadas que declararon reutilizar el agua de alguna manera, principalmente el agua del lavaplatos, seguido de las lavadoras y luego de las duchas y lavamanos.

“Los resultados en las escuelas mostraron que entre el 42% y el 72% de las aguas residuales generadas provienen del lavamanos, que representa aguas grises claros, es decir, con bajo contenido de materia orgánica. Estas aguas tienen el potencial de ser tratadas y reutilizadas de manera efectiva para el flujo de inodoros o riego de jardines. En el caso de los hogares, la generación de aguas grises fue del 84% del total de agua consumida, de las cuales, más del 86% corresponden a aguas grises ligeras de la ducha y lavamanos. Debido a la heterogeneidad de las fuentes de agua potable en las zonas rurales de la Región de Coquimbo, la alta tasa de generación de aguas grises tanto en las escuelas como en los hogares indica el gran potencial de tratamiento y reutilización del agua en esta área. Estos resultados contribuyen a una mejor comprensión de los hábitos de consumo de agua en las zonas rurales afectadas por la escasez de agua y el potencial de la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises para generar una disminución en la demanda de agua potable” (Rodríguez et al 2020;1).

La aplicación de esta encuesta y los datos que genera son la base para decidir instalar los sistemas de reutilización de agua en los baños de los y las estudiantes de los establecimientos educacionales escogidos, dado que son los puntos donde se genera la mayor cantidad de agua posible de reutilizar. Esta instalación es acompañada de un programa hídrico ambiental para orientar tanto a directivos, docentes, estudiantes y personal de los establecimientos a utilizar de la mejor manera los sistemas, evitando riesgos en la operación y sacando el mayor potencial pedagógico de la experiencia, y así pudiera permear hacia las familias de los estudiantes los conocimientos adquiridos durante el programa.

7.2 Resultados de la Implementación de sistemas de reutilización de aguas grises en establecimientos educacionales.

En este apartado se revisarán los resultados de la implementación de la instalación de los quince sistemas de reciclaje de aguas grises instalados durante el año 2019 en los siguientes establecimientos educacionales:

Tabla N°1: Establecimientos Educacionales con sistemas de reciclaje de agua gris

N°	Nombre Establecimiento	Comuna	Localidad	Forma en que recibe el agua
1	Liceo Bicentenario Politécnico de Ovalle	Ovalle	Ovalle	Sanitaria Aguas del Valle
2	Escuela Básica El Guindo	Ovalle	El Guindo	APR El Guindo
3	Escuela La Araucana	Ovalle	Huallilinga	APR El Guindo
4	Escuela Lucía Núñez de la Cuadra	Ovalle	La Torre	APR La Torre
5	Escuela Punta Colorada	La Higuera	Punta Colorada	APR
6	Escuela José Santos Ossa	La Higuera	El Trapiche	APR
7	Escuela Carlos Condell	La Higuera	Caleta Los Hornos	APR (Agua desalinizada)
8	Escuela Dr. José Arraño	Andacollo	La Caldera	Camión Aljibe
9	Escuela Samo Alto	Río Hurtado	Samo Alto	APR
10	Escuela Alejandro Chelén Rojas	Monte Patria	Chañaral Alto	Sanitaria Aguas del Valle
11	Escuela Pedro de Valdivia	Combarbalá	Quilitapia	APR Quilitapia
12	Escuela Teresita de Los Andes	Punitaqui	Las Ramadas	APR Las Ramadas
13	Escuela Los Pozos	Canela	Los Pozos	APR
14	Escuela Violeta Parra	Canela	Los Rulos	APR
15	Escuela Teresa Cannon	Los Vilos	Quilimarí	APR

Fuente: elaboración propia

En base a las encuestas realizadas en el punto anterior se pudo establecer un consumo aproximado diario de agua en los establecimientos educacionales, que sumado al dato de matrícula permitió dar insumos para la fabricación de los sistemas de reutilización de agua.

Estos sistemas fueron co-diseñados y fabricados entre el segundo semestre del 2018 y el primer semestre de 2019, en conjunto con académicos de la Pontificia Universidad Católica de Chile, profesores y estudiantes del Liceo Bicentenario Politécnico de Ovalle e integrantes profesionales y técnicos de la Fundación Un Alto en el Desierto (entre quienes se incluye la autora de esta investigación).

Se diseñaron y probaron variados prototipos de diferentes materiales, llegando al diseño final que corresponde a un sistema compuesto por dos estanques de 1.000 L o 500 L cada uno dependiendo de la matrícula de la escuela y un sistema de filtración compuesto por secciones de carbón activo y zeolita. La cantidad de secciones también fue determinada en base a la matrícula de cada establecimiento educacional.

En el anexo N°5 se presenta el esquema utilizado para las fichas de recopilación de información por cada establecimiento educacional, donde se presenta en forma resumida los siguientes antecedentes:

- a. Datos institucionales.
- b. Detalle de las instalaciones (sistemas y secciones).
- c. Volumen de agua tratada.
- d. Parámetros de calidad del agua.
- e. Uso del agua reutilizada.
- f. Presupuesto invertido
- g. Breves conclusiones de la implementación.

En ese anexo, además, se incorpora un enlace web donde se pueden revisar todas las fichas correspondientes a cada establecimiento educacional.

A modo de resumen de las fichas de implementación se puede concluir que en la mayoría de las escuelas se utilizaron estanques de 1.000 L y sistemas eléctricos de impulsión del agua, sólo en un caso se pudo realizar la instalación solamente utilizando la gravedad, por lo que es la excepción a la regla. Todas las escuelas cumplieron con la normativa de calidad del agua para los usos del agua establecidos y el presupuesto invertido en cada establecimiento fue variable teniendo un mínimo de inversión de \$1.645.000 y un máximo de \$3.563.500 que es coincidente con la cantidad de estudiantes de cada establecimiento y donde el mayor gasto fue la inversión realizada en el Liceo Bicentenario Politécnico de Ovalle donde se realizaron los mayores gastos debido a que fue el establecimiento piloto y donde se realizaron la mayor cantidad de pruebas de diferentes prototipos.

Es importante agregar también que la mejor gestión, uso, mantención y cuidado de los sistemas se da en los establecimientos donde hay personas encargadas de la operación, distintas a los profesores/as y/o directores/as de las escuelas.

Se presenta un cuadro resumen con los datos del agua reutilizada de acuerdo con el registro de medidores de agua instalados en la salida de cada sistema, este cálculo se realizó al mes de diciembre 2019 (que es el dato más certero, ya que los años 2020 no hubo utilización de los sistemas y el año 2021 los establecimientos educacionales se encuentran operando con aforos reducidos).

Tabla N°2: Datos de reciclaje de agua gris por establecimiento educacional

N°	Nombre Establecimiento	Comuna	Matrícula (N°)	Promedio litros por estudiante/día	Reciclaje mensual (litros)	Capacidad de estanque (litros)
1	Liceo Bicentenario Politécnico de Ovalle	Ovalle	1.218	0,8	19.480	1.000
2	Escuela Básica El Guindo	Ovalle	92	2,5	4.600	1.000
3	Escuela La Araucana	Ovalle	18	6,7	2.412	500
4	Escuela Lucía Núñez de la Cuadra	Ovalle	150	0,5	1.500	500
5	Escuela Punta Colorada	La Higuera	25	1,2	600	500
6	Escuela José Santos Ossa	La Higuera	120	4,9	11.760	1.000
7	Escuela Carlos Condell	La Higuera	140	2,9	8.120	1.000
8	Escuela Dr. José Arraño	Andacollo	9	2,3	414	500
9	Escuela Samo Alto	Río Hurtado	72	4	5.760	1.000
10	Escuela Alejandro Chelén Rojas	Monte Patria	364	2,4	17.472	1.000
11	Escuela Pedro de Valdivia	Combarbalá	86	3,7	6.364	1.000
12	Escuela Teresita de Los Andes	Punitaqui	206	2	8.240	1.000
13	Escuela Los Pozos	Canela	23	32,3 ²	14.858	1.000
14	Escuela Violeta Parra	Canela	31	1,9	1.178	1.000
15	Escuela Teresa Cannon	Los Vilos	280	0,6	3.360	1.000

Fuente: Elaboración propia.

² Esta escuela incluye duchas del internado. Las demás son sólo de lavamanos.

De esta información es posible señalar que el consumo de agua va a depender de una serie de factores, donde se encuentran los siguientes puntos de análisis:

El número de matrícula de cada establecimiento educacional: este dato es relevante porque se tiende a dar que, mientras más número de matrícula, más litros de agua consume cada escuela. Sin embargo, no necesariamente habrá más consumo de agua por estudiante.

El comportamiento y hábito que tengan los y las estudiantes: Este punto es crucial y permite esclarecer el punto anterior. Ya que no hay un comportamiento lineal que permita establecer claramente comportamientos entre distintos tipos de establecimientos. Por ejemplo, la escuela La Araucana tiene una matrícula baja y sus estudiantes tienen menor edad en promedio que las demás escuelas, por lo que se podría deducir que los estudiantes más pequeños consumen más agua. Sin embargo, la escuela Dr. José Arraño también tiene una matrícula baja y estudiantes de menor edad, y tiene un consumo más cercano al promedio.

Por lo que los hábitos difícilmente pueden endosarse por territorio o características de las escuelas. También es posible contrastar el dato de consumo de agua real por estudiante con la respuesta de las encuestas, donde en estas últimas se sobre dimensiona el tiempo en que los y las estudiantes abren la llave. En las encuestas se señalaba que los y las estudiantes utilizaban 7,2 litros de agua al día (de acuerdo al tiempo que señalaban abrir la llave en el establecimiento), sin embargo, en la realidad el promedio fue de 2,6 litros³.

La infraestructura: Aquí se obtiene un dato crucial, hay una sola escuela que tiene duchas conectadas al sistema, esto debido a que el establecimiento cuenta con un internado y por ende se utilizan las duchas. Cuestión que no se da en otros establecimientos. Y reutilizar el agua de ducha aumenta exponencialmente la cantidad de agua reutilizada por persona, lo que puede ser 10 veces más que la sola reutilización de agua de lavamanos.

En este punto también se debe tener en cuenta el estado de las instalaciones sanitarias, como las llaves, por ejemplo, que, si están muy duras, a los niños más pequeños les cuesta

³ No se considera para este promedio a la escuela de Los Pozos, ya que también reutiliza el agua de las duchas.

más cerrar las llaves y por ende pareciera ser que consumen más agua, pero en realidad son pérdidas por infraestructura deficiente.

Las actividades que desarrollen en cada escuela: Esto de sede tener en cuenta, ya que un establecimiento que tenga mayores actividades deportivas, por ejemplo, tiene mayor tendencia a que se utilicen mayormente los lavamanos.

Los datos por esta investigación recogidos permiten aseverar que esta red de quince escuelas reutiliza 5.315 litros de agua al día, lo que da un total de 26.575 litros a la semana, 106.300 litros de agua al mes y 1.063.000 litros de agua al año.

Si se lleva esta cantidad de litros a cantidad de camiones aljibe, se podría concluir que el aporte de esta red es de 106 camiones aljibe al año.

7.2.A Replicabilidad de los sistemas de reutilización de agua gris en los hogares de los estudiantes.

Uno de los objetivos del programa de educación hídrico ambiental de la Fundación Un Alto en el Desierto (FUAD) es que las iniciativas que se realizan en la escuela puedan ser replicadas en los hogares de los y las estudiantes. Y en este caso fue posible hacerlo.

Dada la situación de la pandemia, y que las escuelas en el año 2020 cerraron sus establecimientos para clases presenciales, los sistemas de reutilización de agua pararon su operación por falta de estudiantes. Sin embargo, esto fue una oportunidad para replicar la iniciativa en los hogares y estudiar y analizar datos, tanto de comportamiento hídrico, porcentajes de reutilización y usos y hábitos hídricos en hogares de la región de Coquimbo.

Se realizó la instalación de sistemas de reciclaje de agua de lavadoras y el seguimiento al funcionamiento de estos en siete hogares de la comuna de Ovalle, en dos sectores rurales diferentes, pero ambos abastecidos por sistemas de agua potable rural.

Los sectores donde se trabajó fueron las localidades de La Torre y Huallilinga de la comuna de Ovalle. En ambos lugares hay escuelas donde la Fundación Un Alto en el Desierto tiene instalados sistemas de reciclaje de agua gris, por ende, había una cercanía de los hogares con la temática de la reutilización del agua.

Se instalaron 7 sistemas en los hogares, donde viven estudiantes de las escuelas de la red FUAD y se pudo constatar lo siguiente:

- Existe una gama amplia de modelos de lavadoras que no permite tener una cantidad de litros de agua estándar utilizados en lavados de ropa, ya que, de estos siete hogares, la lavadora que menos utiliza agua ocupa 60 litros, sin embargo, la lavadora que más agua utiliza genera 500 litros de agua aproximadamente en un solo lavado.
- Los hábitos entre los hogares son diferentes, ya que hay familias que lavan todos los días y otras que lavan una vez por semana, algunas lavan con programas rápidos de lavado y otras con programas completos.

- En todas las casas intervenidas se utiliza el agua reciclada para regar, sin embargo, a pesar de haber realizado campañas sobre qué es lo que se puede regar y qué no, no había la claridad que se esperaba, por lo que hubo que capacitar sobre los usos que se debe dar a esta agua y las precauciones que se deben tener.
- En todos los hogares se reutilizaba el agua antes de la instalación de los sistemas, pero se realizaba de forma artesanal, y no se reutilizaba toda el agua, si no que solamente la del enjuague.
- Otro punto importante es el tipo de detergente que se utiliza. Todos los hogares usan diversos tipos de detergentes, con más o menos compuestos químicos, no todos los detergentes son biodegradables y algunos hogares utilizan también blanqueadores o suavizantes que agregan más químicos como el boro y el cloro que son dañinos para las plantas. Por este motivo además de entregar los sistemas de reciclaje, se entrega también detergente biodegradable a base de compuestos naturales.
- Este trabajo en terreno permitió ver que existe una relación entre lo que se realiza en las escuelas y su replicabilidad en las casas. Ya que seis de los siete hogares manifestaron que comenzaron a reutilizar el agua luego de que se realizara el proyecto en las escuelas.

Se realizó un focus group donde se reunieron las y los representantes de estos hogares y se trabajó en torno a cuatro interrogantes:

1. ¿Cuál ha sido su experiencia reciclando el agua de su lavadora?
2. ¿Cuáles han sido las dificultades del proceso? ¿Cómo se han solucionado?
3. ¿Qué se necesita para que estos sistemas se repliquen en más hogares?
4. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el sistema?

El análisis de estas interrogantes se realizará en el siguiente apartado.

7.3 Realización de Focus Group con actores clave y análisis de datos.

Para la presente investigación se realizaron dos focus group, uno se realizó en modo virtual y otro en forma presencial.

1. El día 8 de julio de 2021 se realizó, vía remota (por plataforma zoom), un focus group donde participaron 22 personas de 10 establecimientos educacionales de los 15 que tienen sistemas instalados. El perfil de estas personas fue:
 - 7 Directivos/as de establecimientos educacionales con sistemas de reciclaje de agua gris.
 - 3 profesores/as encargados/as del proyecto de reciclaje de agua gris en la escuela.
 - 4 asistentes de la educación (apoyo docente).
 - 4 operadores/as de los sistemas de reciclaje de agua gris.
 - 2 profesionales de la Fundación Un Alto en el Desierto.
 - 2 académicos/as de la Pontificia Universidad Católica.

En esta actividad se abordaron temas asociados a la implementación del proyecto en los establecimientos educacionales, las dificultades que se vivieron, los procesos de mantención necesarios para el buen uso de los sistemas y un ejercicio para conocer la percepción de cuáles eran las claves del éxito de la implementación de sistemas de reutilización de agua en establecimientos educacionales.

Se trabajó en base a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál ha sido su experiencia con el proceso de reciclaje de agua en las escuelas?
2. ¿Cuáles han sido las dificultades del proceso? ¿Cómo se han solucionado?
3. ¿Cuáles cree que son las principales fortalezas de este proceso?
4. ¿Cuáles son, a su parecer, las claves del éxito para la reutilización de las aguas grises en los establecimientos educacionales y su replicabilidad?
5. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar este proceso? ¿algo que quiera comentar?

De las respuestas obtenidas se destacan las siguientes:

1. ¿Cuál ha sido su experiencia con el proceso de reciclaje de agua en las escuelas?
 - “Ha sido una tremenda experiencia”
 - “Nunca imaginamos el agua que podíamos juntar. Tuvimos que verla, medirla para creer”
 - “Este trabajo ha sido significativo tanto para adultos como para niños”
 - “La escuela tomó un sello medioambiental que no tenía”
 - “Ha sido hartoo trabajo, pero valió la pena”

2. ¿Cuáles han sido las dificultades del proceso? ¿Cómo se han solucionado?
 - “Que los demás profesores enganchen con el tema, muchos miran, opinan, critican, pero no se quieren hacer cargo”
 - “Que se designe una persona a cargo de la operación de forma oficial”
 - “Se nos rebalsaron los estanques al principio, nadie pensó que se iban a llenar. Tuvimos que automatizar el sistema”
 - “Nos dimos cuenta de que los lavamanos eran basureros líquidos, los niños le echaban de todo, galletas, pan, fruta, hasta pruebas encontramos en los filtros. Lo solucionamos con un rap que bailó toda la escuela”
 - “Se nos rompieron las cañerías, los niños las pisaron, les llegaron pelotazos. Tuvimos que reponerlas con ayuda de FUAD”.
 - “El agua se puso de mal olor, se tuvieron que agregar ductos de ventilación y regar en horarios en que no hay niños”.
 - “Se rebalsaban los filtros, se tuvo que sacar un poco de material filtrante para que escurriera el agua y no se taparan”
 - “Se devolvió el agua por las tuberías, por lo que se tuvo que bajar y poner a contra nivel la cañería. Además, se agregó una llave de bypass para tirar el agua al alcantarillado si ocurría un problema”

3. ¿Cuáles cree que son las principales fortalezas de este proceso?
- “Que se realiza con un conjunto amplio de actores, como profesores, estudiantes, operadores, profesores de la universidad, la fundación, todos aportamos, por eso el proyecto es de todos”
 - “Que se puede utilizar en cualquier asignatura, ciencias, matemáticas, habilidades para la vida, arte, etc...”
 - “Que los niños lo llevaron a su casa y nosotros los profesores a la nuestra”
 - “Que se aporta con soluciones no con puras quejas”
- “Es un trabajo educativo integral, que si se sabe llevar no significa trabajo adicional si no que se inserta en lo que ya hacemos”.
4. ¿Cuáles son, a su parecer, las claves del éxito para la reutilización de las aguas grises en los establecimientos educacionales y su replicabilidad?

Para esta pregunta en particular se utilizó una aplicación web que permitía que las personas votaran por una alternativa. Las alternativas sugeridas fueron las que se plantearon como hipótesis en esta investigación, y que son:

- Contar con incentivos económicos para que la población recicle el agua.
- Tener asistencia técnica y capacitación durante el proceso de diseño, instalación e implementación de los sistemas de reutilización en los establecimientos educacionales.
- Recibir instrucciones claras desde la autoridad y accesibles para la ciudadanía.
- Incorporar dentro del currículum formal de educación los procesos de reciclaje de agua, como lo son los Sellos Escolares y el Programa de Mejoramiento Educativo (PME).
- En la medida que los sistemas son exitosos en los establecimientos educacionales, la comunidad escolar lo replica en sus hogares.
- La existencia de un vínculo real entre la asistencia técnica y los establecimientos educacionales da como resultado un compromiso con el cuidado y utilización de los sistemas.

Las personas participantes respondieron que la clave principal para el éxito de un buen funcionamiento de los sistemas era el incorporar estas prácticas al Plan de Mejoramiento Educativo (PME), con un 57% de las preferencias. Dado que esto les permitía incorporar el reciclaje del agua en la cotidianidad del quehacer educativo del establecimiento educacional y además acceder a recursos económicos para la mantención del sistema y asignar personal a cargo tanto de la operación como del componente educativo, incorporando un taller o actividad con un docente a cargo con horas asignadas.

En segundo lugar, con un 29% de las preferencias se señaló que tener a una personas a cargo del sistema era una clave fundamental para el éxito, dado que sin alguien a cargo el sistema no funciona y se hace difícil mantenerlo activo y operando como corresponde. Un 14% de las opciones se manifestaron como alternativa Otro, que, de acuerdo a lo señalado por los entrevistados, se refiere a que las claves del éxito estaban dadas por una conjugación de todas las alternativas que se presentaron, como son el financiamiento, la asistencia técnica, la incorporación al PME, que exista un encargado/a y que haya instrucciones de la autoridad sanitaria. Y se volvió a reforzar la idea de que la incorporación formal del proyecto al PME ayuda mucho a que las otras alternativas se cumplan, ya que esto posibilita el financiamiento para la asistencia técnica, pedagógica y de mantención.

Es posible evidenciar que el énfasis estuvo puesto en que la clave del éxito es la incorporación formal al currículum escolar por la vía del PME (Plan de Mejoramiento Educativo), ya que de esa manera es posible a optar a financiamiento, tanto para la infraestructura, mantenciones y pago de horas docentes para tener a alguien a cargo del proyecto. Esto se podría explicar porque, al ser la mayoría de los entrevistados personas ligadas a la dirección educativa, este tema es muy relevante para la gestión integral de los establecimientos. Sin embargo, es posible contrastar también que aquellos establecimientos que tienen incorporado formalmente el proyecto en su PME tienen una mejor gestión y resultados que aquellos establecimientos que no lo incorporan de manera formal.

El otro punto clave al que se hace mención es que debe existir una persona encargada de la gestión y mantenimiento de los sistemas. Ya que, al no haber este encargado, la responsabilidad de operar el sistema en los tiempos correctos se diluye. Esto presenta una principal preocupación en quienes tienen el rol de encargados del sistema, y están próximos a jubilar o no ven que haya otra persona que los reemplace, lo que puede acarrear riesgos sanitarios si se utiliza un agua para riego que no tiene las condiciones de calidad óptimas.

5. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar este proceso? ¿algo que quiera comentar?
- “Quiero agradecer el apoyo que nos han entregado durante todo este tiempo”
 - “Aún no incorporamos la acción en el PME pero sabemos que al hacerlo será más fácil conseguir los recursos para la mantención”
 - “Deben hacerse mantenciones a los sistemas antes de que comience el año escolar y una vez que este termina, esto incluye lavado de estanques y filtros”
 - “La pandemia nos retrasó la implementación y seguimiento del proyecto”
 - “El sistema se ocupa también cuando hay votaciones y el recinto escolar se ocupa para otras actividades, a todos les llama la atención”.
 - “Tiene que siempre haber alguien encargado del proceso en la escuela, debe ser una responsabilidad formal”.

El día 26 de octubre de 2021, se realizó un segundo focus group donde participaron 17 personas, el perfil de los y las participantes fue:

- 3 representantes de la red de reciclaje de agua de lavadoras
- 3 profesores/as encargados del proyecto de reciclaje de agua gris en la escuela.
- 7 estudiantes
- 2 operadores
- 2 profesionales de la Fundación Un Alto en el Desierto

En este focus se trabajó en torno a 4 interrogantes principales

1. ¿Cuál ha sido su experiencia reciclando el agua de su lavadora?
2. ¿Cuáles han sido las dificultades del proceso? ¿Cómo se han solucionado?
3. ¿Qué se necesita para que estos sistemas se repliquen en más hogares?
4. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el sistema?

Las principales respuestas fueron las siguientes:

1. ¿Cuál ha sido su experiencia reciclando el agua de su lavadora?
 - “Este proyecto e instalación de sistemas de reciclaje les da mayor seguridad respecto a que el agua que utilizan para riego tendrá mejor calidad que antes”.
 - “Sería importante que se reciclara toda el otra agua de los hogares, como duchas, lavaplatos y lavamanos”.
 - “Mi cuenta de agua bajó en \$3.000”
2. ¿Cuáles han sido las dificultades del proceso? ¿Cómo se han solucionado?
 - “El filtro instalado funciona, pero se satura, por ende, se le hicieron más orificios al filtro para permitir la salida del agua de forma más fluida”.
 - “No siempre se tiene acceso a comprar detergentes de buena calidad para mejorar la calidad del agua reciclada”
 - “Hay mucha diferencia entre una lavadora y otra, algunas gastan poca agua y otras mucha”
 - “No se diferenciar los programas de la lavadora para ver cuál es el que ocupa menos agua”
3. ¿Qué se necesita para que estos sistemas se repliquen en más hogares?
 - “Que reciclar agua sea simple y barato”
 - “Que a uno le enseñen”
 - “Que no sea difícil”
 - “Que se den más noticias informativas de cómo se hace, si uno ve a alguien haciendo reciclaje de agua seguro que otra persona lo imita, las buenas ideas se copian”

4. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el sistema?
 - “El estanque debe tener una salida para conectar la manguera en el fondo de este y no en el costado, ya que siempre quedará un “concho” de agua, que se estima son 20 litros que acumulan barro o sedimentos, por lo que ensucia el agua que ingresa al estanque”.
 - “Hay que poner los estanques bajo techo o a la sombra para que no se pudra el agua, el sol es muy fuerte”.

De este focus fue posible evidenciar que un acompañamiento a quienes reciclan agua es siempre necesario, muy bienvenido por las familias y otorga seguridad de lo que se está haciendo.

Se hace necesario generar estos espacios de encuentro ciudadano, donde sean las propias personas quienes señalen cuáles han sido las dificultades del proceso e implementación, además de los factores de éxito para la replicabilidad. El encuentro entre pares a veces resulta más provechoso, en términos de generar conocimiento, que la forma clásica en que es un experto quien trae estos conocimientos y los expone ante la ciudadanía. Lo mismo pasa con los y las estudiantes, quienes, en espacios de encuentro entre pares, puede evidenciar que hay “otros como ellos” haciendo cosas similares. Esa sensación de nos sentirse solos en una aventura, como es adoptar un nuevo hábito, son instancias que se deben potenciar para la replicabilidad y difusión exitosa de esta política pública asociada a la reutilización del agua.

8. CONCLUSIONES

La investigación busca evidenciar cuáles son las claves para llevar al éxito la implementación de la política pública de reutilización de aguas grises en establecimientos educacionales. Esto porque se hace necesario plasmar y documentar las buenas prácticas y experiencias que garantizan que una normativa compleja pueda ser adoptada por la ciudadanía de manera simple. Esto podrá lograrse siempre y cuando se den ciertos requisitos, por lo que es de suma importancia demostrar las estrategias y claves que son necesarias para aportar a las soluciones de adaptación al cambio climático y así enfrentar la sequía y escasez hídrica, de forma rápida que permita ir cambiando los hábitos de consumo y gestión hídrica desde temprana edad, por medio de la educación.

El objetivo central de presente investigación fue descubrir las claves de éxito de la implementación de la ley 21.075, que regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises, en establecimientos educacionales públicos de la Región de Coquimbo.

Para ello se analizaron encuestas respecto a los hábitos de consumo de agua en establecimientos educacionales, también se estudiaron los datos obtenidos de la implementación de los sistemas de reciclaje de aguas grises y por último se realizaron focus group con actores clave del proceso como profesores, directores, académicos universitarios, estudiantes, dueñas de casa y operadores de los sistemas, a fin de dilucidar las preguntas de investigación:

¿Cuáles son los resultados de la implementación de la ley 21.075 de aguas grises en establecimientos educacionales públicos de la región de Coquimbo durante los años 2018, 2019 y 2020?

¿Cuáles son las claves del éxito para que la política pública de reutilización de aguas grises sea implementada por la ciudadanía?

Para responder a la primera pregunta, es posible señalar que los resultados de la implementación de la ley 21.075 en los establecimientos educacionales públicos de la región de Coquimbo han sido tremendamente exitosos, y es posible concluir que la reutilización de agua gris en la región de Coquimbo, puede ser una cantidad importante, sobre todo en

territorios alejados y con pocas posibilidades de regar sus patios dadas las condiciones de sequía y cortes de suministro por los comité de Agua potable Rural de sus localidades, como son los casos de las escuelas de las comunas de Canela, Andacollo, Ovalle, Punitaqui, Río Hurtado y Combarbalá.

De acuerdo al resultado de las encuestas es posible establecer que las aguas residuales de los establecimientos educacionales provienen principalmente de lavamanos (entre un 42% y un 72%). Estas aguas contienen una baja carga orgánica, por ende, el tratamiento que necesitan es de menor complejidad. Si se potenciara la instalación de sistemas de reutilización de aguas residuales en establecimientos educacionales, hogares, servicios públicos, estadios, entre otros, se disminuiría la demanda de agua potable, sobre todo para riego. Esto trae otros beneficios, ya que se genera mayor disponibilidad de agua potable, sin disminuir el riego de áreas actualmente erosionadas.

Sólo con estos quince establecimientos en estudio, con una matrícula total de 2.834 estudiantes, es posible generar un ahorro de 5.305 Litros de agua al día (en condiciones normales de funcionamiento y aforos).

Si esto se proyecta en todos los establecimientos educacionales de la región de Coquimbo (782) con una matrícula de 160.000 estudiantes aproximadamente, se podría tener un ahorro tentativo de casi 300.000 litros al día, lo que equivale a 6.000 camiones aljibe al año aproximadamente.

Cabe hacer presente que situaciones como la pandemia sanitaria pueden afectar esta proyección, ya que si se suspenden las clases presenciales (como en el año 2020) o se reducen los aforos permitidos (como el año 2021) la cantidad de agua posible de reutilizar será menor.

Lamentablemente la ley 21.075 de reciclaje de aguas grises no ha sido implementada formalmente en los establecimientos educacionales, dado que a pesar de que se han instalado los sistemas de reutilización, estos se encuentran operando de buena forma, que se cumplen los parámetros establecidos para riego e incluso ha sido replicado en los hogares de los estudiantes de algunas escuelas, aún no es posible hacer la recepción por la

autoridad sanitaria dado que no está tramitado (hasta esta fecha), el reglamento que permita la entrada en vigor de la normativa. Por lo que los actuales sistemas que se encuentran operando, deberán ser regularizados una vez que el reglamento entre en vigencia. Este es un punto crítico de operatividad de una normativa de adaptación al cambio climático, ya que es necesario que opere el principio de celeridad y eso no está ocurriendo, en febrero de 2022 se cumplirán cuatro años de que la ley fue publicada y aún no hay un reglamento. Pareciera ocurrir que mientras más se habla de la necesidad de encontrar soluciones para la sequía y el cambio climático, más nos demoramos en aplicarlas.

Se estableció la hipótesis de que las claves para lograr una adecuada implementación de la política pública de reutilización de aguas grises en Chile eran seis:

1. Contar con incentivos económicos para que la población recicle el agua.
2. Tener asistencia técnica y capacitación durante el proceso de diseño, instalación e implementación de los sistemas de reutilización en los establecimientos educacionales.
3. Recibir instrucciones claras desde la autoridad y accesibles para la ciudadanía.
4. Incorporar dentro del currículum formal de educación los procesos de reciclaje de agua, como lo son los Sellos Escolares y el Programa de Mejoramiento Educativo (PME).
5. En la medida que los sistemas son exitosos en los establecimientos educacionales, la comunidad escolar lo replica en sus hogares.
6. La existencia de un vínculo real entre la asistencia técnica y los establecimientos educacionales da como resultado un compromiso con el cuidado y utilización de los sistemas.

Sin embargo, luego de sistematizada la información y analizado los resultados obtenidos por los diferentes establecimiento educacionales, es posible concluir que las claves del éxito en la implementación de sistemas de aguas grises en establecimientos educacionales responden a una conjugación de factores. Y cada persona le dará su valoración dependiendo del área en la cual se desempeña. Es decir las personas que operan los sistemas tienden a

darle la mayor importancia a que exista alguien que opere los sistemas, los profesionales de las instituciones que acompañaron el proceso tenderán a darle la mayor relevancia al proceso de asistencia técnica, dado que fue el foco de su participación, sin embargo, la visión de los directivos y profesores de los establecimientos educacionales le da la mayor relevancia a la inserción de esta metodología, integrando la parte de infraestructura y el componente educativo como la clave del éxito, manifestándose esta en la **incorporación formal del proyecto en el PME (Plan de Mejoramiento Educativo)**, cuestión con la que la investigadora está plenamente de acuerdo, ya que este punto permite que se den otros, como el financiamiento, el que existan recursos para tener un encargado y también incorporar el cuidado y buen uso del agua en el curriculum escolar. Esto sumado a que los establecimientos educacionales que formalmente incorporaron el proyecto de reciclaje de aguas grises a su PME, tuvieron mejores resultados en la implementación, mantención y replicabilidad de este.

Dentro de los establecimientos educacionales analizados es posible encontrar experiencias más exitosas que otras.

Las escuelas con mayor éxito podemos señalar a las siguientes:

La Araucana de Huallilinga (Ovalle), Violeta Parra de los Rulos (Canela), Samo Alto (Río Hurtado), Pedro de Valdivia (Combarbalá) y el Liceo Politécnico de Ovalle.

Estos establecimientos tienen en común que hay excelentes equipos educativos y técnicos a cargo de la operación del sistema. Incluyeron el proyecto en su PME y tienen un encargado de la operación del sistema aparte de un/a profesor/a encargado/a de llevar a cabo el programa de educación hídrico ambiental.

El éxito se refleja en que el sistema funciona en óptimas condiciones y si hay alguna dificultad son capaces de resolverla por si solos, sus patios son regados con agua reciclada y se mantienen verdes pese a la sequía y escasez hídrica. Además, sus estudiantes son capaces de exponer lo que se realiza en su escuela y sus hogares han replicado la iniciativa.

Si se lleva el análisis a la reutilización de agua en hogares, se puede concluir que esto es una condición natural dadas las condiciones de sequía, es decir, sobre todo en hogares rurales el agua se reutiliza haya o no normativa asociada a ello. Lo importante acá es que esta reutilización se realice de forma segura, y para ello se debe contar con una campaña pública de reutilización de agua segura, que permita educar a las personas que comienzan a reciclar agua y despejar dudas de este proceso.

También fue posible constatar que se debe considerar que los hogares son todos diferentes, desde los hábitos de consumo hídrico, porque hay familias que lavan todos los días ropa y otras solo los fines de semana, hasta las lavadoras que ocupan, ya que hay lavadoras que utilizan sólo 60 litros por lavado y otras que pueden llegar a gastar hasta casi 500 litros por cada vez que se lava la ropa.

Fue posible evidenciar en los hogares que las cuentas de agua sí disminuyeron, una familia señaló que su cuenta disminuyó en \$3.000 pesos mensuales. Es más fácil comprobar este ahorro en los hogares que en los establecimientos educacionales, dada la situación expuesta, de que los estados de cuenta no llegan directamente a las escuelas si no que llegan y se pagan directamente por los Departamentos de Educación de cada Municipio.

Los resultados mostraron que la implementación de estos sistemas no sería económicamente viable, ya que los costos de inversión inicial son altos (pueden llegar a superar los US 5.000) y no se compensan económicamente con el ahorro de agua en el mediano plazo. Sin embargo, otros beneficios, como la regulación térmica, una mejor calidad de vida, la sensación de bienestar y la satisfacción de estudiantes y profesores deben considerarse como primordial para la inversión en sistemas de tratamiento.

Estos resultados contribuyen a una mejor comprensión del rol social que debe aplicarse a la evaluación que se realiza al momento de invertir en sistemas ecológicos que ahorran agua y mejoran el bienestar de la población, viendo más allá del tema económico, valorando el recurso, en otros términos, como el ambiental, social y de calidad de vida, ya que sin agua no hay desarrollo posible.

La reutilización de aguas grises no es una solución por sí sola a la escasez hídrica, el cambio climático y la sequía. Necesariamente debe ir acompañada de diferentes alternativas, como la desalinización a pequeña escala, cosecha de niebla en sectores costeros, nuevas formas de equilibrar el uso del recurso dependiendo de las necesidades de los territorios, poniendo en primer lugar el derecho humano al agua.

Actualmente los niños y niñas en Chile están naciendo bajo un escenario de escasez hídrica y en su cotidianeidad no existen fuentes de agua inagotables, ni lluvias constantes y menos de larga duración, sino más bien pozos secos, camiones aljibe como parte del paisaje y eventos climáticos con aumentos de temperatura, disminución de precipitaciones o eventos de concentración de estas en tiempos muy acotados. (Ministerio del Medio Ambiente, 2015).

Es clave para los niños y niñas tener un ejemplo práctico y somos los adultos quienes debemos entregarlo. «El futuro de los niños siempre es hoy. Mañana será tarde» señalaba la premio Nobel de literatura Gabriela Mistral y con mucha razón, toda vez que es nuestro deber entregar hoy las herramientas y los espacios para que los niños se desarrollen y prueben alternativas para hacer frente a este futuro ambientalmente complejo, por ello la reutilización del agua en establecimientos educacionales, acompañado de un programa de educación hídrico ambiental (poniendo el agua en el centro del currículum escolar), se visualiza como un catalizador para el cambio de hábitos que se necesita.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Arellano, A. (2017). El negocio de la sequía. El puñado de empresas de camiones aljibe que se reparte \$92 mil millones. Ciper Chile. Recuperado el 24 de diciembre de 2019, de <https://ciperchile.cl/2017/03/21/el-negocio-de-la-sequia-el-punado-de-empresas-de-camiones-aljibe-que-se-reparte-92-mil-millones/>
- Arava Institute (2016). Decentralized Greywater Treatment and Reuse for Rural Communities. Disponible en Internet: <http://arava.org/arava-research-centers/center-for-transboundary-water-management/decentralized-wastewater-treatment-and-reuse-for-rural-communities/>
- Alsulaili, A., y Hamoda, M. (2015). Quantification and characterization of greywater from schools. *Water Science & Technology*. 72 (11), 1973-1980. doi: 10.2166/wst.2015.408
- Bravo, M. B. (2011). Contexto legal: reutilización de aguas grises, SustentaBIT. 11a ed. Santiago, Chile: Cámara Chilena de la Construcción, pp. 34–38. Disponible en: <https://biblioteca.cchc.cl/datafiles/23333-2.pdf>. (Accedido: 10 de junio de 2020).
- Biblioteca del Congreso Nacional; https://www.bcn.cl/historiadelaley/fileadmin/file_ley/7494/HLD_7494_749a0d2dec7072ac83d52ebf0f2ff393.pdf.
- Farina, M., Maglionico, M., Pollastri, M., y Stojkov, I. [2013]. Water consumption in public schools. *Water Science & Technology: Water Supply*. 132, 257-264. doi: 10.2166/ws.2013.013
- Ferraris, M., De Gisi, S., y Farina, R. (2017). Assessment of water consumptions in small mediterranean islands' primary schools by means of a long-term online monitoring. *Applied Water Science*. 7 (6), 3291–3300. doi: 10.1007/s13201-016-0475-3
- Friedler, E. (2004). Quality of Individual Domestic Greywater Streams and its Implication for On-Site Treatment and Reuse Possibilities. *Environmental Technology*. 25 (9), 997-1008. doi: 10.1080/09593330.2004.9619393
- Fundación Amulén. (2019). Pobres de agua. Radiografía del agua rural de Chile: visualización de un problema oculto. Recuperado el 24 de diciembre de 2019, de Fundación Amulén: https://static1.squarespace.com/static/5afc52595ffd20cbdc764a27/t/5cf84bdaab32aa0001d08a08/1559776320566/Informe_Amulen.pdf

- Fundación Chile. (2018). Claves para la gestión de aguas residuales rurales. Recuperado de <https://fch.cl/publicacion/claves-para-la-gestion-de-aguas-residuales/>
- Gobierno de Chile (s/i). Manual para la gestión ambiental en establecimientos educacionales: Residuos, Energía y Agua. Recuperado de https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Manual_para_la_Gestion_Ambiental_en_Establecimientos_Educacionales_Residuos_Energia_Agua.pdf
- Ministerio de Obras Públicas. (2012). Estrategia nacional de recursos hídricos 2012-2025. Recuperado el 24 de diciembre de 2019, de Ministerio de Obras Públicas: https://www.mop.cl/Documents/ENRH_2013_OK.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2015). Educación ambiental para el cambio climático. https://educacion.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2015/09/Cuadernillo_Cambio_Climatico.pdf
- Pontificia Universidad Católica de Chile, 2020, Propuestas para Chile, Concurso Políticas Públicas UC 2020, Capítulo 6 Reutilización de aguas grises en Chile: propuesta de implementación en comunidades rurales como alternativa de mitigación para la escasez hídrica.
- Rivera, D., Godoy-Faúndez, Á., Lillo, M., Álvez, A., Delgado, V., Gonzalo-Martín, C., Menasalvas, E., Costumero, R., & García-Pedrero, Á. (2016). Legal disputes as a proxy for regional conflicts over water rights in Chile. *Journal of Hydrology*, 535, 36-45.
- Silva, R. O. da (2002). Teorías de la administración. México: International Thomson Editores.
- Valdés Pineda, R., Pizarro Tapia, R., García Chevesich, P., Valdés, J. B., Olivares Santelices, C., Vera Camiroaga, M., Balocchi Contreras, F., Pérez Peredo, F., Vallejos Carrera, C., Fuentes Lagos, R., Abarza Martínez, A., Helwig B. (2014). Water governance in Chile: Availability, management and climate change. *Journal of Hydrology*, 519, 2538-2567.
- Rebolledo, N (2019), ¿Cómo nos adaptamos al cambio climático? Modificar los hábitos mediante el reciclaje de agua en establecimientos educacionales. *Revista Chilena de la Administración del Estado*.
- Mataillo H. (2012). 62 Oficial de Programa para Latinoamérica de la Convención de Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y Sequía.
- UNFCCC, 2005. Cuidar el Clima. Guía de la Convención sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto.
- <https://escolar.mineduc.cl/media-tp/>

- Maturana H, 2019. Ciclo de conversaciones esenciales. Universidad de Chile
- Nelson Castro en <http://www.atinachile.cl/content/view/248370/La-Desertificacion-de-los-Suelos-en-Chile-Un-Mal-Mayor.html>
- Página web Ayuda en Acción, 2020. <https://ayudaenaccion.org/ong/blog/solidaridad/que-es-el-tercer-sector>
- Reuse. Revista Water 2020, 12, 2915; doi:10.3390/w12102915.
Cost–Benefit Evaluation of Decentralized Greywater Reuse Systems in Rural Public Schools in Chile. Revista Water 2020, 12, 3468; doi:10.3390/w12123468
- Rodríguez, C., Sánchez, R., Lozano, J., Rebolledo, N., Schneider, N., Serrano, J. y Leiva, E. (2020). Water Balance Assessment in Schools and Households of Rural Areas of Coquimbo Region, North-Central Chile: Potential for Greywater Reuse. Water . Publicado. <https://doi.org/10.3390/w12102915>
- Rodríguez, C., Sánchez, R., Rebolledo, N., Schneider, N., Serrano, J. y Leiva, E. (2020). Cost–Benefit Evaluation of Decentralized Greywater Reuse Systems in Rural Public Schools in Chile Water . Publicado. <https://doi.org/10.3390/w12123468>
- Water Corporation (2018). School water audit. A step by step guide to improving water efficiency in schools, editado por John Tonkin Water Centre, 35 pp, Water Corporation, Australia.
- Wung, T.-C., Lin, S.-H., y Huang, S.-M. (2006). Rainwater reuse supply and demand response in urban elementary school of different districts in Taipei. Resources, Conservation and Recycling. 46, 149-167. doi: 10.1016/j.resconrec.2005.06.009

NORMATIVA

- Ley Nº 21.075, *regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises*. Diario Oficial de la República de Chile, Santiago, Chile, 15 de febrero de 2018.

10. ANEXOS

- ANEXO N° 1 Encuesta para Establecimientos Educativos

A completar por director o persona con la información solicitada:

Nombre del establecimiento:

	Hombres	Mujeres	Total
Número de profesores			
Número asistentes de la educación			
Número de alumnos			
Número de personal no docente			
Administración			
Mantenimiento			
Aseo			
Cocina			
Jardinería			
Otros			
Total			

Procedencia y usos del agua: (marcar con una X)

	Baño	Cocina	Aseo	Riego	Otros
Red abastecimiento pública					
Agua potable rural					
Pozo					
Camión Aljibe					
Agua reciclada o tratada					
Canal de riego					
Otro: _____					
Desconocida					

- ¿Qué superficie aproximada (m²) tiene el jardín? _____
- ¿Dispone el establecimiento de algún sistema de ahorro de agua? _____
- ¿Dispone el establecimiento de algún depósito de agua? _____
- ¿Disponen los inodoros de algún sistema de ahorro de agua? Si No
 ¿Qué empresa le factura el agua? Aguas del Valle APR Otro: _____ No aplica

Según su boleta ¿cuál ha sido su consumo de agua el último mes de _____ m³
marzo?

Según su boleta, ¿cuál ha sido su histórico de consumo en los últimos 12 meses?

Marzo 2018	_____ m ³	Septiembre 2017	_____ m ³
Febrero 2018	_____ m ³	Agosto 2017	_____ m ³
Enero 2018	_____ m ³	Julio 2017	_____ m ³
Diciembre 2017	_____ m ³	Junio 2017	_____ m ³
Noviembre 2017	_____ m ³	Mayo 2017	_____ m ³
Octubre 2017	_____ m ³	Abril 2017	_____ m ³

- ¿Qué sistema de ahorro de agua utiliza el inodoro? _____
- ¿Existen fugas o pérdidas de agua en el establecimiento? Si No
- En caso afirmativo ¿cuántas fugas cree que hay? _____
- ¿Qué tipo de fugas o pérdidas hay? _____
- ¿Recibe boleta de consumo de agua? Si No

- ANEXO N° 2 Encuesta para Docentes y Asistentes de la educación

Edad: ___ años

Sexo: Masculino

Femenino

Profesores y Asistentes de la educación

¿Cuántas veces al día utiliza la llave en el establecimiento? _____

¿Cuánto tiempo deja abierta la llave cada vez que la utiliza? _____ minutos

¿Cuántas veces al día utiliza el inodoro (taza, WC) en el establecimiento? _____

¿Cuántas veces al día utiliza el urinario en el establecimiento? _____

¿Cuántas veces a la semana se ducha en el establecimiento? _____

¿Cuánto tiempo dura aproximadamente una ducha? _____ minutos

- ANEXO N° 3 Encuesta para Estudiantes

Edad: ___ años

Sexo: Masculino

Femenino

Estudiantes

¿Cuántas veces al día utiliza
la llave en el establecimiento? _____

¿Cuánto tiempo deja abierta la llave cada vez que la utiliza? _____ minutos

¿Cuántas veces al día utiliza el inodoro (taza, WC) en el establecimiento? _____

¿Cuántas veces al día utiliza el urinario en el establecimiento? _____

¿Cuántas veces a la semana se ducha en el establecimiento? _____

¿Cuánto tiempo dura aproximadamente una ducha? _____ minutos

- ANEXO N° 4 FORMATO FOCUS GROUP

<p style="text-align: center;">FOCUS GROUP CLAVES DEL ÉXITO Y REPLICABILIDAD DEL RECICLAJE DE AGUA EN ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES</p>

Esta reunión virtual es el grupo focal de directivos, profesores, operadores y académicos y el propósito es recoger su opinión y profundizar en diversos temas relacionados con la reutilización de aguas grises en establecimientos educacionales de la región de Coquimbo. En especial conocer su opinión acerca de cuáles son las claves del éxito. Todas las opiniones son confidenciales y para resguardar esto, el focus será dirigido por un profesional de la Fundación Un Alto en el Desierto que además estará a cargo de sistematizar los resultados.

1. ¿Cuál ha sido su experiencia con el proceso de reciclaje de agua en las escuelas?
2. ¿Cuáles han sido las dificultades del proceso? ¿Cómo se han solucionado?
3. ¿Cuáles cree que son las principales fortalezas de este proceso?
4. ¿Cuáles son, a su parecer, las claves del éxito para la reutilización de las aguas grises en los establecimientos educacionales y su replicabilidad?
5. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar este proceso? ¿algo que quiera comentar?

FOCUS GROUP CLAVES DEL ÉXITO Y REPLICABILIDAD DEL RECICLAJE DE AGUA EN HOGARES

Este encuentro presencial es el grupo focal de profesores, operadores, estudiantes y jefas de hogar y el propósito es recoger su opinión y profundizar en diversos temas relacionados con la reutilización de aguas grises en establecimientos educacionales y hogares de la región de Coquimbo. En especial conocer su opinión acerca de cuáles son las claves del éxito y posibilidades de replicabilidad. Todas las opiniones son confidenciales y para resguardar esto, el focus será dirigido por un profesional de la Fundación Un Alto en el Desierto que además estará a cargo de sistematizar los resultados.

1. ¿Cuál ha sido su experiencia reciclando el agua de su lavadora?
2. ¿Cuáles han sido las dificultades del proceso? ¿Cómo se han solucionado?
3. ¿Qué se necesita para que estos sistemas se repliquen en más hogares?
4. ¿Tiene alguna sugerencia para mejorar el sistema?

- ANEXO N° 5 FICHA POR ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL

Para la realización de este estudio se realizaron fichas con los datos de cada establecimiento educacional en cuanto a información institucional, detalle de las instalaciones, volumen de agua tratada, parámetros de calidad del agua, uso del agua reutilizada, presupuesto invertido y breves conclusiones de la implementación.

El enlace para acceder a las fichas de cada establecimiento educacional es el siguiente:

<https://drive.google.com/file/d/1FRHZsNDcX2O8zpt1HaBy21LY63Yl10aq/view?usp=sharing>

Se presenta una ficha estándar para recopilación de información:

1. NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL

UBICACIÓN:

MATRÍCULA 2019:

ENCARGADO DEL SISTEMA:

PLANOS:

Materiales y cantidad de agua tratada

Detalle de las instalaciones	
Volumen agua tratada	
Calidad de Agua tratada	
Uso del recurso hídrico recuperado	
Materiales y presupuesto.	<i>Total Inversión: \$</i>
Conclusiones	

Análisis de calidad del agua Escuela _____

Parámetro	Unidad	Agua Gris sin Filtrar	Agua Gris Filtrada	Cumplimiento Norma
Cloro Libre Residual	mg/L			
Sólidos Disueltos Totales	mg/L			
Coliformes Fecales	NMP/100m L			
Turbidez	NTU			
DQO*	mg O ₂ /L			
pH				

*Se estima que DQO equivale al doble de la DBO₅.

- ANEXO N°6 INFOGRAFÍA DE LOS SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUA

