



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE DERECHO
ESCUELA DE GRADUADOS
PROGRAMA DE MAGISTER DE DERECHO AMBIENTAL**

**IMPLEMENTACIÓN DEL REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS
PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES**

Reúso residencial - Análisis desde la experiencia comparada

**Actividad Formativa Equivalente a Tesis para optar al Grado de Magíster en
Derecho Ambiental**

EVELYN INÉS STEVENS SALAZAR

**Profesora Guía
Sra. Ximena Insunza**

**Santiago, Chile
Noviembre, 2021**

Nunca sabemos el valor del agua, hasta que se seca el pozo

Thomas Fuller.

A mi familia y amigos, quienes con su paciencia y apoyo inquebrantable me animaron hasta terminar.

Y con especial cariño a mi amigo y maestro Juan Escudero Ortuzar (Q.E.P.D)

INDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I. LAS AGUAS GRISES: UNA NUEVA FUENTE DE AGUA	10
1.1 ESTRÉS HÍDRICO Y LA NECESIDAD DE REUTILIZAR LAS AGUAS GRISES.....	10
1.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS GRISES	16
1.3 GESTIÓN ACTUAL DE LAS AGUAS GRISES EN EL PAÍS.....	19
1.3.1 Experiencias de Reutilización de Aguas Grises	21
1.3.2 Guías y Estándares	24
CAPÍTULO II. REUSO AGUAS GRISES: CONTEXTO LEGAL INTERNACIONAL	27
2.1 AUSTRALIA	32
2.2 ESTADOS UNIDOS.....	37
CAPÍTULO III. MARCO NORMATIVO NACIONAL DE LAS AGUAS GRISES	42
3.1 RECONOCIMIENTO LEGAL.....	42
3.3 PROYECTO DE REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS BÁSICAS PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES Y ANÁLISIS PARA SU IMPLEMENTACIÓN A NIVEL RESIDENCIAL	46
3.3.1 Definición	50
3.3.2 Usos Permitidos y Flujos de agua.....	53
3.3.3 Calidad del Efluente Requerido	56
3.3.4 Tipos de Sistemas a Implementar	60
3.3.5 Autorización de las Instalaciones.....	67
3.3.6 Medidas de Protección	72
3.3.7 Operación y Mantenimiento.....	77
3.3.8 Medidas de Control.....	78
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES	81
BIBLIOGRAFIA	86

INDICE FIGURAS

Figura 1 Esquema de sistema de aguas grises	17
Figura 2 Los Doce Elementos del Marco de Gestión de Riesgos para el Uso del Agua Reciclada.....	33

INDICE TABLAS

Tabla 1 Volumen de agua residual promedio generada en un hogar.....	17
Tabla 2 Tipo de contaminantes según fuente de aguas grises	18
Tabla 3 Composición característica de aguas grises y residuales.....	19
Tabla 4 Principales Marcos Regulatorios o Directrices de gestión de Aguas Grises <i>In Situ</i> Según territorio Australiano	36
Tabla 5 Análisis de los Marcos Normativos de las Aguas Grises/Residuales en EE.UU	40
Tabla 6 Principales marcos regulatorios o directrices de gestión de aguas grises con enfoque escalonado.....	41
Tabla 7 Resumen estructura y contenido propuesta Reglamento Aguas Grises	47
Tabla 8 Ejemplo Definiciones Aguas Grises.....	51
Tabla 9 Reúso y Tratamiento de Aguas Grises Domésticas en Tasmania	54
Tabla 10 Requisitos de Calidad de Aguas Grises por tipo de Uso	57
Tabla 11 Resumen de los Criterios de Efluentes Estándar 350 ANSI/NFS	59
Tabla 12 Resumen de los Criterios para la Descarga Subterránea Estándar 350-1 ANSI/NFS	59

RESUMEN

El 15 de febrero del año 2018 se publicó en el Diario Oficial la Ley N° 21.075 del Ministerio de Obras Públicas, que establece y regula los sistemas de reutilización de las aguas grises, aplicable a áreas urbanas y rurales. Esta normativa impulsada por algunos legisladores se explica dado el agudo escenario de sequía y escasez hídrica que vive el país, de manera que es indispensable contar con instrumentos jurídicos que favorezcan el uso más eficiente del agua. El anhelo de los legisladores en el debate legislativo, fue que las aguas pueden ser recuperadas mediante la instalación de mecanismos de limpieza y servir para el llenado de inodoros, riego o limpieza de exteriores, entre otros.

Dentro de los objetivos de la ley se contempla la dictación, por parte del Ministerio de Salud, de un reglamento que contendrá las condiciones sanitarias de diseño y operación que deberán cumplir los sistemas de reutilización, así como los requisitos o antecedentes adicionales que se deberán acompañar a las solicitudes de aprobación de estos sistemas. En la práctica, la dictación de este reglamento generará que los sistemas existentes en el país deberán regularizar su permiso para funcionar y, que toda solución sanitaria nueva a implementar deberá contar con la aprobación del diseño del proyecto y autorización de su funcionamiento por parte del Ministerio de Salud.

En este contexto, es razonable preguntarse si el diseño y posterior aplicación de este nuevo cuerpo reglamentario adopta los criterios aplicados en normativas internacionales que permitan un avance rápido en la reutilización de las aguas grises a nivel domiciliario.

El objetivo de la presente AFET es analizar cómo el modelo chileno de aguas grises, en lo que respecta al futuro Reglamento de la Ley 21.071/2018 recoge criterios y principios aplicados por normativas extranjeras en el tema, a fin de estar a la vanguardia en lo que respecta a la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises en viviendas residenciales sin poner en riesgo sanitario a la población y el ambiente. Y en caso de que esto no ocurra, desarrollar ideas de optimización que habilite una implementación efectiva del modelo.

El estudio realizado concluye que la implementación de la futura propuesta de Reglamento enfrentará a nivel residencial desafíos técnicos y económicos para lograr los altos niveles de tratamiento exigido, que hacen prever que el anhelo de los legisladores de favorecer el uso eficiente del agua no se concrete en el corto plazo.

INTRODUCCIÓN

El agua es la savia de los ecosistemas, vital para la salud y el bienestar humano y una condición previa para la prosperidad económica. Con el fin de reducir las enormes dificultades que actualmente tienen miles de millones de personas para acceder a los servicios más elementales de acceso a agua, saneamiento e higiene y en un contexto mundial de escasez hídrica y creciente demanda por el recurso, Naciones Unidas estableció como uno de los pilares de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible¹, el **Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6)** cuyo fin es garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

Bajo estas circunstancias, las aguas residuales se tornan un componente crucial en la gestión sostenible del ciclo del agua y por tanto hoy están siendo consideradas una fuente alternativa de agua, energía, nutrientes y otros subproductos recuperables, en lugar de una carga de la que desprenderse o una molestia que debe ignorarse. Es fundamental acelerar el cambio de paradigma de la gestión de aguas residuales de una economía lineal “tratamiento y eliminación” a una economía circular de “reutilización, reciclado y recuperación del recurso”. En este sentido, organismos internacionales promueven que las aguas residuales ya no se consideren como un problema que necesite solución, sino como parte de la solución a los retos que enfrentan las sociedades hoy en día y por esto surge la necesidad a nivel mundial de promover su reciclado y reutilización de manera segura e innovadora².

Chile al igual que otros países de la región, no escapa a este dilema global de escasez y demanda, agudizado severamente bajo el contexto de cambio climático, el que ha generado sequías cada vez más prolongadas, eventos climáticos más extremos y avance del desierto hacia el centro del país. En consecuencia, nuestro país rápidamente está buscando nuevas fórmulas para suplir la escasez que permitan cautelar los recursos hídricos disponibles para las actuales y futuras generaciones, a través de alternativas que

¹ En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar a nadie atrás. La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades. Disponible en URL <<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>>, [consulta: 25 junio 2019].

² Según concluye el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos del año 2017 titulado “Aguas residuales: el recurso desaprovechado” las aguas residuales están a punto de desempeñar un papel fundamental en el contexto de una economía circular, en la que el desarrollo económico se equilibra con la protección de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental, y donde una economía más limpia y sostenible tiene un efecto positivo en la calidad del agua.

generen una nueva fuente del recurso y contribuyan a una gestión hídrica sustentable³. Históricamente, lo más común ha sido el reemplazo del caudal superficial por fuentes subterráneas, pero las limitaciones de los acuíferos de nuestro país, particularmente en la zona central ha impulsado la búsqueda de otras alternativas, como la recarga de acuíferos, el aprovechamiento de las aguas pluviales, desalinización de agua de mar, la utilización de las aguas residuales tratadas, y dentro de este ámbito muy especialmente en algunos sectores, la recuperación y reúso de aguas grises.

Sobre este último punto, con el fin de abrir campo a un uso más eficiente de los recursos hídricos, el año 2018 a través de la Ley N°21.075 del Ministerio de Obras Públicas⁴, el legislador chileno ha tomado la decisión de reconocer jurídicamente a las aguas grises como un tipo de residuo doméstico que puede ser reutilizado y por tanto regular su recolección, reutilización y disposición a nivel domiciliario, industrial, público y privado tanto en zonas rurales como urbanas⁵. Aún, cuando las aguas grises son menos contaminantes que las aguas negras, su reutilización conlleva riesgos sanitarios que deben ser controlados para una práctica segura. Para esto efectos, el legislador ha exigido que tanto el diseño como funcionamiento de todos los sistemas de tratamiento de aguas grises cuenten con autorización sanitaria, para lo que ha encomendado al Ministerio de Salud preparar el Reglamento respectivo que fije las condiciones sanitarias a requerir. En vista que es interés del país avanzar con rapidez en la reutilización del recurso hídrico y por tanto hacer de las aguas grises una nueva fuente de agua, cabe preguntarse si este instrumento cuyo fin es regular la implementación de sistemas de tratamiento de aguas grises, está en línea con el concierto internacional.

La presente AFET tiene por objetivo analizar si el modelo chileno para el diseño y aprobación de los sistemas de reutilización de aguas grises en viviendas residenciales, en lo que respecta al articulado del futuro Reglamento⁶ de la Ley

³ Diversas iniciativas de diálogo multisectorial sobre la gestión del recurso hídrico para alcanzar su seguridad y sustentabilidad se han generado los últimos años, dentro de las cuales destaca Escenarios Hídricos 2030, liderado por la Fundación Chile durante el año 2019 y la Mesa Nacional del Agua, esfuerzo gubernamental dirigido por el Ministerio de Obras Públicas el año 2020.

⁴ LEY N° 21.075. Ministerio de Obras Públicas. Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Santiago, Chile, 2018. [en línea] <<https://www.bcn.cl/leychile/N?i=1115066&t=0>>, [consulta: 10 mayo 2018].

⁵ Boletín N° 9.452-09 Proyecto de ley, iniciado en moción de los Honorables Senadores señoras Muñoz y Allende y señores Guillier, Horvath y Prokurica, que norma el servicio de recolección y disposición de aguas grises.

⁶ Con fecha 01 de marzo del 2018 y mediante Decreto Supremo N°5 del Ministerio de Salud, el proyecto de Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises fue ingresado a Contraloría General de la República.

21.071/2018, es un cuerpo normativo que incorpora principios y criterios de uso internacional que permitan situarlo a la vanguardia mundial en el fomento del uso eficiente del recurso hídrico por parte de la ciudadanía que tiene interés en contar con soluciones sustentables particulares. Y en caso contrario, determinar si es necesario realizar ajustes adicionales en nuestro ordenamiento jurídico interno en el corto plazo, incorporando preceptos normativos ajenos a los nacionales que propicien el cumplimiento de los objetivos que motivaron la creación de esta ley y reglamento.

Para lograr este objetivo, en una primera parte de este trabajo se analiza el concepto de aguas grises y su reutilización con el fin de tener una mayor comprensión de su sentido y alcance. Posteriormente, se identifica y analiza el marco regulatorio internacional más relevante relacionado con el manejo de estos residuos hídricos, de modo tal que ésta contribuya a entender la evolución de los criterios y principios aplicados en las normativas exitosas en el reuso de agua grises.

Luego de estos dos apartados de tipo descriptivo, se estudian los criterios y elementos establecidos en el marco nacional y futuro Reglamento y se comparan con los principios establecidos en los modelos de reutilización de aguas grises exitosos en el marco mundial, para finalizar con esbozos de conceptos a incluir en el cuerpo reglamentario que permitan hacer de los sistemas de tratamiento de aguas grises una alternativa real y habitual de abastecimiento hídrico en las viviendas residenciales de nuestro país.

CAPÍTULO I. LAS AGUAS GRISES: UNA NUEVA FUENTE DE AGUA

1.1 ESTRÉS HÍDRICO Y LA NECESIDAD DE REUTILIZAR LAS AGUAS GRISES

Varios organismos y agencias internacionales especializadas han señalado que el agua dulce y los recursos hídricos en general, se hacen cada vez más escasos como consecuencia del aumento en su demanda por el crecimiento de la población, del desarrollo económico-social y los efectos del cambio climático⁷. Una proporción importante de la humanidad, especialmente en los países en desarrollo, no tiene acceso a este elemento vital para el ser humano y lo que está disponible, muchas veces está contaminado por usos industriales, mineros y por las actividades humanas en general. Chile no es ajeno a esta realidad, el aumento en su consumo los últimos 30 años para cubrir las necesidades de los diferentes rubros económicos ha generado situaciones de conflictividad por su disponibilidad para el abastecimiento humano al interior de varias cuencas del país, existiendo zonas, especialmente rurales entre las regiones de Tarapacá y Los Lagos donde ha sido necesario atender severas emergencias de suministro de agua potable a la población por medio de un sistema basado en camiones aljibe, solución de alto costo para el país⁸. El agua dulce se ha hecho progresivamente más escasa y nuevos territorios deben lidiar con la brecha entre lo que necesitan y lo que efectivamente disponen, bajo un escenario en que Chile aparece dentro de los 30 países con mayor Riesgo Hídrico en el mundo al año 2040⁹. Se convierte por tanto en un imperativo moral para nuestra generación, elaborar prácticas sustentables en todo el ciclo del agua que permitan una gestión integral de recurso hídrico y de esta manera contar con su disponibilidad para los habitantes del país. En este ámbito el reúso de las aguas residuales y en particular de las aguas grises proporciona y se convierte en una fuente

⁷ Desde su primera edición en 2003, el Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo del Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de Naciones Unidas ha presentado la amplia perspectiva sobre los asuntos relacionados con el agua y el saneamiento. El Banco Mundial, el año 2016 publicó el documento *High and dry: climate change, water and the economy*, que señala que los impactos del cambio climático se canalizarán principalmente a través del ciclo del agua, con consecuencias que podrían ser grandes y desiguales en todo el mundo. Disponible en URL: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/862571468196731247/pdf/105130-REVISED-K8517.pdf>>

⁸ De acuerdo a la Política Nacional de Recursos Hídricos las estimaciones realizadas dan cuenta de costos de alrededor de 4,5 millones de dólares por mes.

⁹ Utilizando un conjunto de modelos climáticos y escenarios socioeconómicos, el año 2015 el *World Resources Institute (WRI)* calificó y clasificó el futuro estrés hídrico -una medida de la competencia y el agotamiento de las aguas superficiales- en 167 países para 2020, 2030 y 2040. Chile, ocupando el lugar n° 24 del ranking, se encuentra entre los países que tienen más probabilidades de sufrir una disminución del suministro de agua debido a los efectos combinados del aumento de las temperaturas en regiones críticas y el cambio de las pautas de precipitación. Según las proyecciones pasará de un estrés hídrico medio en 2010 a uno extremadamente alto en 2040, lo que conlleva a que el sector industrial, agrícola y consumo humano del país podrían ser más vulnerables a la escasez que en la actualidad. Disponible en URL <<https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040>>, [consulta: 25 junio 2018].

de agua alternativa para hacer frente a la escasez de agua. En materia de disponibilidad de recursos hídricos, Chile en su conjunto es considerado un país privilegiado, no obstante, dicha disponibilidad es desigual a lo largo del territorio nacional. De acuerdo con los datos publicados en el Atlas del Agua de Chile de la Dirección General de Aguas¹⁰ el país posee 101 cuencas hidrográficas, 1.251 ríos, 12.784 cuerpos de agua, entre lagos y lagunas y 24.114 glaciares. La esorrentía media total, es decir, el volumen de agua procedente de las precipitaciones que escurren por los cauces superficiales y subterráneos equivale a un promedio nacional per cápita de 51.218 m³/persona/año, valor bastante más alto que la media mundial de 6.600 m³/persona/año y muy superior al valor de 2.000 m³/persona/año considerado internacionalmente como el umbral para el desarrollo sostenible. Sin embargo, cuando se analiza regionalmente este valor promedio, se hace evidente la heterogeneidad hídrica del país, estando muy asimétricamente distribuida de norte a sur y de cordillera a mar. Desde el norte hasta la Región Metropolitana, prevalecen condiciones de escasez, donde la esorrentía per cápita promedio está por debajo de los 500 m³/persona/año, mientras que las regiones de O'Higgins hacia el sur superan los 7.000 m³/persona/año, llegando a un valor de 2.950.168 m³/persona/año en la Región de Aysén.

La creciente urbanización presiona por asegurar agua para el consumo humano, pero también se necesita agua para generar energía eléctrica, funcionamiento de sectores productivos como la industria, la minera, el turismo y también para el medio ambiente, ampliando la brecha entre la disponibilidad efectiva del agua y su demanda. En cuanto al consumo nacional, la mayor parte del recurso utilizado de manera consuntiva corresponde a la agricultura y la ganadería con un 82%, seguido por el sector industrial (7%), para la producción de agua potable (8%) y la minería (3%) según se establece en el Atlas del Agua de Chile. Los sectores productivos registran demandas de agua diferentes en cada región y además provenientes de diversas fuentes. Sin embargo, su consumo aumenta constantemente a través de los años, previendo según la Política Nacional para los Recursos Hídricos un incremento de la Brecha Hídrica promedio a nivel nacional de 82,6 m³/s a 149 m³/s al año 2030.

¹⁰ El Atlas del Agua de Chile publicado el año 2016 por la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, representa un mapeo de las distintas dimensiones físicas del agua en el país y los desafíos para abordar problemáticas como la sequía, la búsqueda de nuevas fuentes, la inclemencia climática o la protección del ecosistema, entre otras. Disponible en URL <<https://snia.mop.gob.cl/sad/REH5648.pdf>>, [consulta: 28 junio 2018].

Los déficits importantes de agua que presenta nuestro país se agravan por los efectos del cambio climático que se han manifestado de distintas maneras en el territorio nacional. Por una parte, se registra una leve, pero persistente tendencia a la baja en el volumen de precipitaciones y, por la otra, se observa un aumento en la intensidad de éstas y que ocurren en un menor lapso de tiempo. La línea de isoterma está a mayor altura, por lo que donde antes se acumulaba nieve ahora se registran lluvias, que se escurre rápidamente por las quebradas. Sumado a lo anterior, la población es testigo de una progresiva desertificación de la zona centro de Chile. Si bien, en distintos períodos de la historia, las sequías de uno o dos años han marcado presencia en la zona central, destacándose los eventos de 1925, 1968 y 1989, el actual fenómeno de déficit, en cuanto al territorio que abarca y a la persistencia en el tiempo, no tiene un paralelo. De acuerdo con el Informe a la Nación Megasequía 2010-2015: Una Lección para el Futuro, del Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia¹¹, *“desde el año 2010, el territorio comprendido entre las regiones de Coquimbo y la Araucanía ha experimentado un déficit de precipitaciones cercano al 30%. Esta pérdida de lluvias ha permanecido desde entonces en forma ininterrumpida y ocurre en la década más cálida de los últimos 100 años, exacerbando el déficit hídrico a través de la evaporación de lagos, embalses y cultivos”*. Recientemente el Primer Informe de la Mesa Nacional del Agua¹², indica que las precipitaciones proyectadas para el período 2030-2060 son inciertas en la zona norte del país, mientras que en la zona central (Coquimbo a Maule) disminuyen entre un 6% y 10%, y a su vez, podrían aumentar en hasta un 5% en la zona austral, comparado con el promedio del período 1985-2015. El déficit de precipitaciones en la zona central equivale a bajas entre 50 mm y 200 mm en la precipitación media anual. Los modelos de cambio climático muestran, además, que la esorrentía disminuirá en toda la zona central del país.

Las consecuencias de épocas de escasez hídrica son variadas y extendidas. Desde el 2008 al 2018 la Dirección General de Aguas ha dictado 104 decretos de escasez hídrica -lo que significa que los habitantes de una zona pueden acceder al agua para abastecimiento humano sin tener los derechos- y en lo que va del año 2020 hasta el mes

¹¹ El Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2 es un centro de excelencia constituido por académicos e investigadores de las ciencias sociales y naturales, cuyo principal propósito es generar investigación sobre ciencia del clima y la resiliencia desde un enfoque interdisciplinario. Informe La mega sequía 2010-2015: una lección para el futuro. Santiago, 2016. 28p. Disponible en URL <<http://www.cr2.cl/megasequia/>>, [consulta: 28 junio 2018].

¹² Instancia de carácter público-privado cuya misión es la búsqueda de soluciones de mediano y largo plazo para enfrentar la crisis hídrica que afecta al país. Mesa Nacional del Agua: Primer Informe. Santiago, 2020. 29p. Disponible en URL https://www.mop.cl/Prensa/Documents/Mesa_Nacional_del_Agua_2020_Primer_Informe_Enero.pdf>, [consulta: 25 mayo 2020].

de abril, la falta de agua ha llevado a la DGA a firmar 19 decretos de escasez abarcando 138 comunas del país afectadas drásticamente en las regiones de Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, Libertador General Bernardo O'Higgins y Maule esto es 117.677 km², lo que equivale a un 15,6% de la superficie nacional¹³. Y en el ámbito agrícola, un total de 102 comunas en el país han sido decretadas en emergencia agrícola por sequía en las regiones de Atacama, Coquimbo, Metropolitana, O'Higgins y Maule¹⁴. Un decreto de este tipo permite entregar recursos económicos a los agricultores para que puedan enfrentar las dificultades ocasionadas por la sequía u otros eventos.

Históricamente y muy asociado a la agricultura, la construcción de obras de infraestructura para el embalsamiento del recurso hídrico ha constituido una importante fuente de agua que permite dar mayor seguridad al abastecimiento, disminuir los efectos que podrían provocar los períodos de escasez y regular los efectos de eventos hidrometeorológicos extremos. No obstante, hoy en día la urgente necesidad de acceder a más fuentes hídricas ha generado la búsqueda de nuevas formas de obtención de agua de manera de suplir la carencia existente, disponibilidad que además se agrava en vista de la calidad que posee el agua, ya que su contaminación puede impedir diferentes tipos de usos. Además de las técnicas tradicionales como la captación mediante pozos, o bien su acumulación a través de embalses, distintos actores públicos o privados han propiciado la adopción de métodos no tradicionales, como la infiltración artificial de acuíferos, desalinización del agua de mar, actividades que promueven la captación y almacenamiento de las aguas lluvia y de la escorrentía proveniente del derretimiento glaciar y otras fuentes de aguas no convencionales como el trasvase de cuencas, es decir la conducción de caudales de agua desde cuencas con disponibilidad del recurso hacia cuencas del país que presentan escasez por medio de ductos submarinos o terrestres, el bombardeo de nubes, y el reúso de las aguas residuales ya utilizadas, entre otros. Al mismo tiempo y junto a estas soluciones, se requiere de sistemas de riego más eficientes dado que el sector agrícola en Chile consume cerca del 87% del recurso hídrico extraído de las fuentes superficiales y subterráneas¹⁵. Según la experiencia internacional

¹³ Decretos de escasez vigente abril 2020. Disponible en URL <https://dga.mop.gob.cl/DGADocumentos/Decretos_vigentes.jpg>, [consulta: 25 mayo 2020].

¹⁴ Infografía Emergencia Agrícola por Déficit Hídrico. Disponible en URL <<https://www.minagri.gob.cl/emergencia-agricola-por-deficit-hidrico/>>, [consulta: 25 mayo 2020].

¹⁵ Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Fundación Chile, Santiago. Chile. 2018. 144p. ISBN: 978-956-8200-42-8. Disponible en URL <<https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/05/radiografia-del-agua.pdf>>, [consulta: 20 octubre 2018].

y los resultados de diversos centros de investigación del país, este consumo se puede reducir sustancialmente, lo que elevaría considerablemente el rendimiento del riego en Chile mejorando sustantivamente indicadores relacionados con la huella hídrica. Sumado a esto, la eficiencia en el riego y uso del agua en general también se requiere en otros ámbitos, como son las ciudades. La adopción más amplia de trazados urbanos que tengan en cuenta la cuestión del agua y que incluyan infraestructuras para gestionar las aguas pluviales, las aguas grises, las aguas residuales y la recarga de acuíferos mejoraría el aprovechamiento del agua sobre todo en la arquitectura del paisaje urbano, en donde el césped es el principal consumidor del recurso.

Tomando en consideración que la mayoría de las actividades humanas que emplean agua producen residuos líquidos, siguiendo la tendencia mundial, en nuestro país las aguas residuales están cobrando importancia como fuente de agua alternativa fiable, cambiando el modelo que ha imperado en la gestión de éstas. De ser un problema a solucionar, hoy son parte de la solución a los desafíos que la sociedad enfrenta en cuanto a abastecimiento de agua. Adicionalmente, pueden ser una fuente rentable y sostenible de energía, nutrientes y otros subproductos útiles que hoy está siendo desaprovechado.

Como indica Naciones Unidas en su Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos del año 2017 Aguas Residuales: Recurso desaprovechado *“Los beneficios potenciales de extraer dichos recursos de las aguas residuales van mucho más allá de la salud humana y ambiental, con consecuencias a nivel de la seguridad alimentaria y energética, así como de mitigación del cambio climático”*. El reúso del agua es un componente importante de las prácticas sustentables de este recurso, cuyo objetivo es aprovechar el agua previamente utilizada una o más veces en alguna actividad, para suplir las necesidades hídricas de los usuarios o sectores productivos que lo requieran, después de someterlo a un tratamiento determinado. La regeneración y posterior reutilización del agua debe tener en cuenta la totalidad de la cuenca hidrográfica, ya que las aguas residuales de una parte de una cuenca pueden constituir un recurso fundamental, aguas abajo, para otras comunidades y usos. El reúso de aguas residuales tratadas permite valorizar un residuo líquido que se elimina a través de los sistemas de tratamiento existente (plantas de tratamiento urbanas, rurales y emisarios submarinos), el que podría ser recuperado en su totalidad. Actualmente, existe la tecnología para tratar y dejar el agua con una calidad tal, que se le puede dar un uso posterior, tanto productivo, de abastecimiento o de mitigación de las situaciones de estrés hídrico; reduciendo a su

vez la extracción de los cuerpos de agua naturales, como de la descarga de estas aguas a esos mismos cauces.

De acuerdo con los datos de Naciones Unidas, por término medio, los países de rentas altas tratan aproximadamente el 70% de las aguas residuales urbanas e industriales que generan. Dicha proporción se reduce al 38% en los países de rentas medio-altas y al 28% en los de rentas medio-bajas. En los países pobres, solo el 8% recibe algún tipo de tratamiento. Estas estimaciones apoyan la aproximación frecuentemente citada según la cual, a nivel mundial, más del 80% del total de las aguas residuales se vierten sin tratar. Es innegable que el acceso a servicios de saneamiento mejorados ha contribuido en forma significativa a reducir los peligros para la salud que ocasiona el vertido de aguas residuales no tratadas o tratadas de forma inadecuada. Sin embargo, la cobertura de saneamiento no equivale forzosamente a una gestión mejorada de las aguas residuales o a seguridad pública y que vaya en línea con un uso sustentable de este recurso. Dado que mayoritariamente las aguas tratadas se vierten en cauces naturales, se requiere con mayor esfuerzo generar políticas públicas que permitan poner en práctica soluciones de bajo costo y opciones de reutilización segura para ayudar a alcanzar la Meta 6.3 de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que establece *“De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando los vertidos y minimizando la emisión de sustancias químicas y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad la proporción de aguas residuales no tratadas y aumentando sustancialmente el reciclaje y la reutilización segura a nivel mundial”*.

A nivel doméstico, las aguas residuales denominadas “aguas grises” representan un recurso valioso y abundantemente disponible, que no puede ser desaprovechado. La reutilización de aguas grises genera varios beneficios siendo el principal disminuir el consumo de agua potable a través del ahorro y uso eficiente de este vital elemento y evitando la potabilización innecesaria de un volumen de agua que, por el uso al que se destina, podría utilizarse un agua sin tratar o convenientemente tratada. Es así, que la reutilización de las aguas grises tratadas para la descarga del inodoro y para el lavado de ropa en una lavadora puede ahorrar aproximadamente 50 y 90 litros respectivamente de agua potable en un hogar medio cada día¹⁶.

¹⁶ Valores obtenidos del sitio web Your Home, Australian’s Guide to Environmentally Sustainable Homes, patrocinado por el Departamento de Industria, Ciencia, Energía y Recursos del Gobierno de Australia. Your Home es una guía para construir, comprar o remodelar una vivienda confortable con un bajo impacto ambiental - económico para ejecutar, más

Otro beneficio que se atribuye al reuso de las aguas grises es reducir el volumen de las aguas residuales a tratar en las correspondientes plantas de tratamiento, reduciendo a su vez los impactos ambientales por descarga de éstas a cursos naturales. Adicionalmente, cuando están manejadas adecuadamente¹⁷, las aguas grises tratadas pueden ser un recurso benéfico para la horticultura, agricultura y jardinería. Al contener fósforo, potasio y nitrógeno, son aguas con un gran valor nutritivo para algunas plantas y por tanto el rendimiento de los cultivos es superior.

Es así que, tras la incorporación y uso de sistemas sencillos para su recuperación y posterior recirculación, las aguas grises pueden ser utilizadas en multitud de usos cotidianos en los que no sea imprescindible la aplicación de agua potable o que no requieren aguas de gran calidad tales como recarga de inodoro, limpieza (lavado de ropa, vehículos o fachadas y aceras) y riego. En la ciudad, dado el alto costo del agua, las aguas grises manejadas adecuadamente se convierten en la solución para mejorar la calidad de los espacios públicos y potenciar la instalación de plazas y parques en las zonas urbanas, puesto que su elevada mantención crea un incentivo negativo para su creación por parte de los municipios. Adicionalmente pueden ser usadas en actividades agrícolas, de restauración ambiental, usos recreacionales, usos industriales y mineros y recarga de acuíferos.

1.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS GRISES

Según su procedencia las aguas residuales se clasifican en domésticas, agrícolas e industriales. Las aguas residuales domésticas, conocidas en nuestro país como aguas servidas, se caracterizan por ser una mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas o disueltas. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, excretas, sales minerales y otros. Por su parte, las agrícolas constituyen una mezcla de aguas domésticas con las de riego y actividad ganadera y en última instancia, las aguas industriales son de diversa índole y composición, de acuerdo al proceso del que procedan¹⁸.

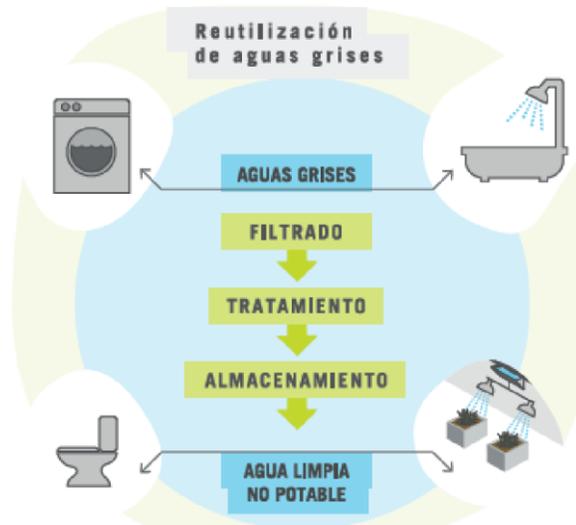
saludable para vivir y adaptable a las necesidades cambiantes. Disponible en URL < <https://www.yourhome.gov.au/water/wastewater-reuse>>, [consulta: 20 mayo 2020].

¹⁷ Se refiere a un tratamiento que neutralice los microorganismos, pero mantenga su carga orgánica, que es rica en fósforo, potasio y nitrógeno y por tanto un muy buen abono para las plantas.

¹⁸ Fundación Chile – Gobierno Regional de Valparaíso. Aguas Residuales como nueva fuente de agua. Diagnóstico del Potencial de Reuso de las Aguas Residuales en la Región de Valparaíso. Chile, 2016. 100 h. ISBN: 978-956-8200-32-9.

En términos generales, las aguas grises son aguas residuales mayoritariamente domésticas sin excretas que básicamente tienen jabón, algunos residuos grasos de la cocina y detergentes y que provienen fundamentalmente de la ducha, lavamanos, lavadoras y cocina y que después de tratadas pueden reutilizarse para riego o recarga de inodoro, entre otros usos (Figura 1).

FIGURA 1 ESQUEMA DE SISTEMA DE AGUAS GRISES



Fuente: Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas en Chile. Tomo III Agua. MINVU, 2018

Representan más de la mitad del volumen de agua residual generada en los hogares (Tabla 1), aún siendo eficiente en el consumo del agua adoptando sistemas de reducción de la demanda, como artefactos o sistemas de riego eficientes, entre otros.

TABLA 1 VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL PROMEDIO GENERADA EN UN HOGAR

Tipo de Agua Residual	Fuente de agua residual	L/hab/día
Agua negra	Inodoro	20
Aguas grises	Ducha	63
	Lavamanos	6
	Lavadora (automática)	13
	Fregadero	2
Otro tipo de agua residual	Lavaplatos	12
	Lavavajillas (máquina)	5
Total agua gris		84
Total agua residual		121

Fuente: Your Home. Guía Australiana para Hogares Ambientalmente Sustentables. Australian Government

Disponible en URL <<https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/12/aguas-residuales-como-fuente-de-agua.pdf>>, [consulta: 20 octubre 2018].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define a las aguas grises como aquellas aguas residuales domésticas no tratadas que no han entrado en contacto con las aguas residuales (o "aguas negras"), las cuales generalmente contienen concentraciones no significativas de materia fecal¹⁹, cuyos principales contaminantes se especifican en Tabla 2.

TABLA 2 TIPO DE CONTAMINANTES SEGÚN FUENTE DE AGUAS GRISES

Fuente de Agua Gris	Posibles contaminantes
Lavadora	Sólidos suspendidos (suciedad, pelusa), material orgánico, aceite y grasa, cloro, sodio, nitratos y fosfatos del detergente, aumento de la salinidad y el pH.
Lavavajillas	Material orgánico y sólidos en suspensión (de los alimentos), bacterias, aumento de la salinidad y el pH, grasas, aceites y grasas, detergente.
Lavamanos y ducha	Bacterias, cabello, material orgánico y sólidos en suspensión (piel, partículas, pelusa), aceite y grasa, residuos de jabón y detergente
Lavaplatos	Bacterias, materia orgánica y sólidos en suspensión (partículas de alimentos), residuos de grasa, aceite y grasa, jabón y detergente

Fuente: Guía para el Uso Seguro de las Aguas Residuales, Excretas y Aguas Grises. OMS, 2006

A nivel internacional existe una distinción en la definición de las aguas grises. Se ha de suponer que las aguas grises provenientes de las duchas/tinas y lavamanos son menos contaminadas al poseer bajos niveles de concentración de bacterias fecales y patógenas. Por su parte, las aguas grises de la cocina y del lavavajillas particularmente cuando se utilizan sustancias no biodegradables o poco biodegradables, son más contaminadas debido a su elevada concentración de DBO₅ y material en suspensión que propician el crecimiento de bacterias. En este caso, se clasifican como "aguas grises oscuras" o "aguas grises muy contaminadas" lo que deriva que en algunas partes del mundo son consideradas parte de las aguas negras y por tanto algunos países no permiten que las aguas residuales de la cocina sean reutilizadas en sistemas de tratamiento *in situ* domiciliarios²⁰.

Dado que la característica principal de las aguas grises es la baja concentración de elementos fecales (Tabla 3), por esto excluye las descargas de inodoros, no son tan

¹⁹ OMS, Guía para el Uso Seguro de las Aguas Residuales, Excretas y Aguas Grises. Ginebra, 2006. 144p. Disponible en URL < https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gsuweg1/en/>, [consulta: 15 junio 2018].

²⁰ PACIFIC INSTITUTE. Overview of greywater reuse. California, USA. 2010. 41p. ISBN: 1-893790-27-4. Disponible en URL <<https://pacinst.org/publication/pacific-institute-analyzes-the-potential-of-greywater-reuse-in-a-new-report/>>, [consulta: 15 junio 2018].

nocivas para la salud o el medio ambiente como las aguas negras (aguas residuales que contienen excretas) y por tanto para su depuración no se requiere un tratamiento intensivo de purificación según la calidad requerida para el uso al que se destinen.

TABLA 3 COMPOSICIÓN CARACTERÍSTICA DE AGUAS GRISES Y RESIDUALES

Parameter	Greywater		Sewage
	Range	Mean	
<i>Escherichia coli</i> /thermotolerant coliforms (per 100 mL)	10 ¹ -10 ⁷	No value	10 ⁶ -10 ⁸
Suspended solids (mg/L)	2-1500	99	100-500
BOD (mg/L)	6-620	430	100-500
Nitrite	<0.1-4.9	No value	1-10
Ammonia (mg/L)	0.06-25.4	2.4	10-30
Total Kjeldahl nitrogen (mg/L)	0.06-50	12	20-80
Total phosphorus (mg/L)	0.04-42	15	5-30
pH	5.0-10.0	8.1	6.5-8.5

BOD = biochemical oxygen demand; NTU = nephelometric turbidity units

;Source: Jeppesen and Solley (1994), A-Boal et al (1995), Department of Health WA (2002), Eriksson et al (2002), Gardner and Millar (2003), Palmquist and Jönsson (2003), Landloch (2005)

Fuente: *National Guidelines for Water Recycling. Managing Health and Environmental Risks. Australian Government, 2006.*

Aun cuando su grado de contaminación es relativamente bajo y por consiguiente el riesgo de transmitir enfermedades es menor, si no son tratadas por algunos días tenderán a comportarse como aguas servidas tornándose de mal olor (anaeróbicas).

En vista de lo anterior, a juicio de la OMS es fundamental para el reúso seguro de las aguas grises el cumplimiento de normas sanitarias que garanticen el control de los riesgos asociados, principalmente que microorganismos patógenos presentes en estas aguas no entren en contacto con las personas. Si no se acatan los requerimientos mínimos de calidad que deben tener las aguas reutilizadas, puede acarrear problemas de salud pública, impactar negativamente en contaminación de acuíferos, malos olores, salinización de suelos y presencia de vectores, y/o generar repercusiones negativas en las actividades económicas.

1.3 GESTIÓN ACTUAL DE LAS AGUAS GRISES EN EL PAÍS

En la última década nuestro país ha experimentado un avance notorio sanitario y ambiental en la recolección de las aguas residuales urbanas y cobertura en sistemas de tratamiento primario de aguas servidas, logrando que el 99,98% de las aguas utilizadas por la población conectada a los sistemas de alcantarillado sean tratadas de acuerdo a

datos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios²¹ y en particular para la Región Metropolitana a partir del año 2013 la cobertura es del 100%, situando a Santiago dentro de las capitales mundiales con mejores índices de saneamiento, erradicando las enfermedades entéricas asociadas a las aguas servidas, como el cólera, según información de Aguas Andinas²². Sin embargo, las aguas tratadas mayoritariamente son reintegradas a los cauces y en un porcentaje menor utilizada para la agricultura. Según datos de Aguas Andinas, se estima que el consumo de agua promedio en Santiago, en base a una familia de cinco personas, es de 25.050 litros al mes en invierno, aguas que en su mayoría terminan siendo grises que una vez tratadas en las Plantas El Trebal y La Farfana, son vertidas al río Mapocho y sus cauces. La cantidad de aguas residuales disponibles como fuente alternativa es significativa, que si fueran manejadas adecuadamente serían un “agua nueva” con otra composición física y química, en condiciones y disponible para ser utilizada o usada en una nueva actividad, existiendo aquí por tanto una oportunidad real de aprovecharlas a mayor escala en los hogares y ciudad.

En contraste al positivo escenario, actualmente las viviendas y edificios no están diseñadas para que en su interior se traten y utilicen aguas que no son totalmente limpias, por lo que factibilidad de utilizar las aguas grises tratadas a mayor escala tiene que ver con temas técnicos, regulatorios, económicos y culturales. Sin perjuicio de lo anterior, desde aproximadamente dos décadas que se registran experiencias pilotos de reciclaje doméstico que persiguen la gestión integral del recurso hídrico a nivel domiciliario, fomentado por el Ministerio de Medio Ambiente, Corfo, Fundación Chile y otras iniciativas de empresas privadas. Estas iniciativas en su conjunto han buscado disminuir el consumo de agua potable a través del ahorro y uso eficiente de este recurso permitiendo reducir costos y mejorar el abastecimiento urbano de este bien escaso. Las experiencias de reutilización en escuelas, viviendas y edificios consisten en la implementación de sistemas de recolección simples capaces de separar las aguas grises de las aguas negras, junto con reservar espacios para futuros sistemas de tratamiento y de esta

²¹ Informe de Coberturas Sanitarias Santiago, 2018. 21p. Disponible en URL <http://www.siss.gob.cl/586/articles-17587_recurso_1.pdf>, [consulta: 20 mayo 2020].

²² Cifras publicadas en el Reporte Integrado 2019 de Aguas Andinas. Santiago, 2019. 332p. Disponible en URL <<https://www.aguasandinasinversionistas.cl/~media/Files/A/Aguas-IR-v2/annual-reports/es/reporte-integrado-aguas-andinas-2019.pdf>>, [consulta: 22 mayo 2020].

manera disponer del recurso para usar en riego de las áreas verdes particulares o comunes.

1.3.1 EXPERIENCIAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

Precursor en este ámbito ha sido el Ministerio de Medio Ambiente, con el **Fondo de Protección Ambiental (FPA)**²³. En la última década distintas organizaciones sociales, tales como juntas de vecinos, clubes deportivos, centros de padres, agrupaciones culturales y ambientales, comunidades, asociaciones indígenas, Organismos No Gubernamentales (ONG's) y asociaciones gremiales, entre otros, han postulado más de 250 iniciativas a las distintas líneas de financiamiento – áreas verdes, escuelas sustentables, gestión ambiental local y protección y gestión ambiental indígena - para desarrollar proyecto enfocados mayoritariamente en la reutilización de aguas grises en establecimientos escolares para riego de jardines y áreas verdes. El proyecto “Reutilización de aguas grises para la forestación y recuperación de áreas verdes, Liceo Politécnico Arica” fue la primera iniciativa seleccionada por el FPA el año 2002, cuyo objetivo fue recuperar y forestar áreas verdes del Liceo, a través de la reutilización de las aguas grises provenientes de lavamanos, duchas, bebederos y estimular conductas responsables en los integrantes de la comunidad liceana en el cuidado del recurso agua. Otros ejemplos son los proyectos seleccionados para instalar biofiltros de aguas grises en distintos jardines infantiles del país, entre los cuales destacan el Jardín Infantil Rayito de Sol-Lufke Antu (Conchalí, 2014), Jardín Infantil Mundo Feliz (Melipilla, 2014), Jardín Infantil Las Ardillitas (Canela, 2015) y Jardín Infantil Millapel (Illapel, 2016). En el concurso del año 2019 diversas organizaciones mayoritariamente de la zona norte postularon 9 iniciativas de reutilización de aguas grises, siendo seleccionado el proyecto “Consumo Consciente: Reutilización de Aguas Grises” del Comité Ambiental de la Escuela Lucia Godoy de Alcayaga de Coquimbo, cuyo objetivo es “educar, innovar y crear para la sustentabilidad, a través de la implementación de un sistema educativo didáctico de reutilización de aguas grises”.

Otro ejemplo de impulso para el uso de aguas grises por parte del Ministerio de Medio Ambiente ha sido la incorporación del concepto en el **Plan De Descontaminación**

²³ Creado hace 23 años, el FPA ha financiado a nivel nacional 3000 proyectos de diversa índole, transfiriendo a las organizaciones más de 16.000 millones de pesos, distribuidas en el 90% de las comunas del país y que desde sus inicios la ciudadanía ha presentado iniciativas ambientales en el ámbito de la gestión de las aguas grises.

Atmosférica para la localidad de Andacollo y Sectores Aledaños²⁴. En su Título III. Programa de creación y mantención de áreas verdes en espacios públicos, indica que *“Debido a la limitación del recurso hídrico, deberá contemplar alternativas de innovación para riego, como por ejemplo utilización de aguas grises que sean utilizadas para fines de mantención de las áreas verdes, considerar un mínimo de cobertura arbórea y la presencia de especies nativas en las áreas verdes propuestas como compensación. Las áreas verdes propuestas deberán tener distintas equivalencias si se implementan dentro o fuera del cordón urbano”*.

Una iniciativa también pública ha sido el **Programa Prototipos de Innovación Social de Corfo**²⁵, que el año 2016 adjudicó fondos a la iniciativa “Gota a Gota Spa” - emprendimiento de la región de Antofagasta – para diseñar, desarrollar y ejecutar un prototipo de sistema de tratamiento de aguas grises en viviendas para su posterior uso doméstico y en huertos urbanos que fue probado en terreno, midiendo su eficacia y eficiencia. El prototipo funciona sobre la base de filtros contenidos dentro de una estructura que se asemeja a un mueble de línea blanca, que se ubica al costado de la lavadora. En total, son cuatro las viviendas intervenidas en distintos sectores de la capital regional. El proyecto fue ejecutado a través un modelo de innovación social, en el cual se trabaja con tres organizaciones sociales bajo un proceso de cocreación que permite elaborar una solución tecnológica simple, sensibilizando a la comunidad sobre la importancia de los recursos hídricos y la mantención de áreas verdes contribuyendo a la sustentabilidad hídrica de la región que, por su clima desértico, presenta un alto índice de estrés hídrico.

En esta misma región, el **CREO Antofagasta**²⁶, desde el año 2017 ha impulsado la iniciativa “Sistema de Aguas Recicladas de Antofagasta – SARA”, proyecto que busca a través de la instalación de plantas de tratamiento de aguas servidas de última generación

²⁴ Decreto 59/2014 Ministerio del Medio Ambiente - Plan de Descontaminación Atmosférica para la localidad de Andacollo y sectores aledaños. Disponible en URL <<https://ppda.mma.gob.cl/coquimbo/pda-para-la-localidad-de-andacollo-y-sectores-aledanos/>>, [consulta: 22 mayo 2019].

²⁵ El Programa para la Innovación Social de Corfo tiene por objetivo fomentar la co-creación de innovaciones sociales, a través del cofinanciamiento de proyectos que signifiquen el desarrollo de nuevas y mejores prácticas sociales y/o medioambientales con una lógica territorial y comprobado valor social. Sitio web <<https://www.corfo.cl/sites/cpp/inn-innova-social>>

²⁶ Iniciativa liderada por Gobierno Regional y la Ilustre Municipalidad de Antofagasta que surge a partir de una alianza regional público – privada y con amplia participación ciudadana, cuyo objetivo es enfrentar el desafío de crecimiento que tiene la ciudad, con un fuerte sentido de mejora en la calidad de vida de la comunidad. Se articula en torno a un Plan Maestro que propone el crecimiento urbano sostenible de Antofagasta, al año 2035, alineando la inversión pública con la privada.

recuperar, tratar y reusar estas aguas en el riego de espacios públicos, aumentando la cobertura vegetal de la ciudad, rebajando los costos de regadío para la comuna y disminuyendo así la utilización de agua potable para dicho uso. Partiendo con un proyecto piloto en la Población Cirujano Videla de Antofagasta, SARA considera construir 10 plantas de tratamiento modulares prefabricadas tipo invernadero, con una capacidad equivalente de riego de 5 canchas de fútbol cada una.

A través del **Fondo de Innovación para la Competitividad Regional – FIC**²⁷, el Liceo Politécnico de Ovalle, inauguró el año 2018, el primer “Reciclador de Aguas Grises” realizado en conjunto con la Pontificia Universidad Católica de Chile y Fundación Un Alto en el Desierto. El proyecto consiste en la construcción de 9 recicladores de aguas grises en escuelas y liceos de toda la Región de Coquimbo y disponer las aguas recicladas según las necesidades de cada colegio, siendo principalmente su uso para riego.

En la Región Metropolitana, el **nuevo edificio poniente de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile – Beauchef 851**²⁸, cuenta con un proyecto de reutilización de las aguas grises que considera la conducción de éstas provenientes de 34 lavamanos y 50 duchas - correspondientes a los artefactos ubicados en los camarines de las instalaciones deportivas- de forma separada a un estanque de acumulación que se encuentra en el subsuelo. Posteriormente se conducen a un estanque separador de detergentes para luego pasar, una parte a un sistema de acumulación de espuma y la otra a un sistema de acumulación de agua tratada. El tratamiento se realiza con bacterias que son importadas. El agua tratada se utiliza para regar, mediante microaspersión en horario nocturno, las áreas verdes del campus de la Universidad localizado frente al nuevo edificio.

La empresa privada también ha aportada a la comunidad para el desarrollo de proyectos de reutilización de aguas grises a nivel doméstico. A través del **Fondo de Desarrollo Local Premio Henri Nestlé**²⁹, el Colegio María Escobillana de Graneros, Región de

²⁷ El Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) parte del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), es un fondo para potenciar el desarrollo económico regional, mediante la ejecución de proyectos de investigación que generan conocimiento aplicable a los sectores productivos, aumentando así las oportunidades de desarrollo y calidad de vida de las personas a través de la innovación. Sitio web <https://www.gobiernosantiago.cl/fic-r-2/>

²⁸ Beauchef 851 fue construido el año 2013 y diseñado totalmente eficiente en el consumo de agua, iluminación y climatización, además de una fachada que protege de la radiación solar, su preocupación por la calidad del aire interior y la reutilización de las aguas grises. La obra destaca por su postulación a la certificación LEED en la categoría oro.

²⁹ Herramienta de Nestlé Chile S.A. creada en 2016 con el fin de impulsar el desarrollo de proyectos comunitarios que sean un aporte en las comunidades donde se insertan, y que se desarrollen en las comunas donde se ubican las fábricas en operación de la compañía: Maipú, Macul, Graneros, San Fernando, Teno, Los Ángeles, Osorno y Llanquihue.

O'Higgins, obtuvo el año 2016 fondos para instalar un sistema de reciclaje de aguas grises que permite reutilizar estas aguas dentro del recinto y reducir en un 30% su consumo de agua. El proyecto consiste en una modificación en la gasfitería de los baños para acopiar el agua de los lavamanos y luego, mediante una bomba, volver a distribuirla a los sanitarios del colegio. Adicionalmente, la red de canaletas se conecta para recolectar las aguas lluvia y llevarlas al mismo estanque subterráneo. Otra iniciativa es el aporte que realizó la **División Codelco Norte** al Colegio Río Loa en Calama para instalar una planta de reciclaje de aguas grises, fundamentalmente lavamanos y cocinas, y luego de ello regar los 300 árboles a plantar donados por CONAF, para conformar un sector de áreas verdes en el recinto educativo.

El aumento de proyectos de reutilización doméstica de aguas grises es el reflejo del creciente interés de la ciudadanía por hacer un uso eficiente del recurso hídrico, lo que demuestra un incipiente cambio cultural.

1.3.2 GUÍAS Y ESTÁNDARES

En la búsqueda permanente de formas de hacer un uso sustentable del agua y contribuir a la valoración en el proceso educativo de las nuevas generaciones, la ex Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) publica el año 2007, la 1era edición de la “Guía para la Utilización de Aguas Grises de Lavamanos en Establecimientos Educativos”³⁰. La Guía describe el sistema de reutilización de aguas grises más común utilizado en los colegios, incluyendo de manera teórica el sistema de biofiltro de flujo vertical y listas las acciones para una correcta mantención del sistema. Abarca estructuras de costos, ejemplos y datos prácticos de diseño e implementación, así como soluciones a problemas hidráulicos que se pueden presentar.

Posteriormente el ex Consejo Nacional de Producción Limpia - CNPL, el año 2012 publica la “Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Reutilización de Aguas Grises en el Sector Gastronómico y de Alojamiento Turístico”³¹ identificando dos técnicas: a) sistemas

³⁰ Documento cuyo propósito es servir de guía para la instalación de sistemas de reciclaje de aguas grises a través de la captación, filtrado y distribución para riego de áreas verdes. El material es una compilación de las iniciativas desarrolladas por los establecimientos educacionales en la región de Tarapacá, que lograron la instalación y puesta en operación de sistemas de reutilización de aguas, a través del financiamiento del Fondo de Protección Ambiental. Disponible en URL <http://old.acee.cl/576/articles-58689_doc_pdf.pdf>, [consulta: 26 junio 2018].

³¹ CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCIÓN LIMPIA - CNPL. Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Reutilización de Aguas Grises en el Sector Gastronómico y de Alojamiento Turístico. Santiago, Chile, 2012. 12p. ISBN 978-956-8535-18-6. El propósito del documento es presentar y difundir una selección de Mejores Técnicas Disponibles (MTD) que permita mejorar la competitividad y el desempeño ambiental de las empresas de menor tamaño del sector. Disponible en URL <http://www.agenciasustentabilidad.cl/resources/uploads/documentos/archivos/456/guia_de_mtd_para_la_reutilizacion_de_aguas_grises_en_el_sector_gastronomico_y_de_alojamiento_turistico.pdf>, [consulta: 12 diciembre 2019].

de tratamiento de aguas grises para su posterior utilización en cisternas de inodoros; y b) la reutilización de aguas grises –por medio del sistema filtro jardinera- para el riego de jardines y zonas verdes, y para la limpieza de zonas exteriores. La Guía detalla cada uno de los procesos y características de los sistemas identificados, requisitos para la correcta instalación, sus ventajas y desventajas, condiciones de uso y costos asociados.

Finalmente, en el marco de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable que impulsa el Ministerio de Vivienda y Urbanismo desde el año 2013, se publican el año 2018 los “Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas”³², compuesto por 6 tomos, siendo cada tomo una categoría diferente a tratar. En particular, la incorporación de la categoría Agua, en el Tomo III, establece estándares de eficiencia hídrica para el diseño y construcción de viviendas, junto con requerimientos mínimos para sistemas de monitoreo de cantidad y calidad del suministro utilizado para la operación de éstas. Fija, además, metas de disminución para el uso interior y exterior, complementándose con la propuesta de distintas estrategias y tecnologías para su reutilización y en su versión más reciente actualizaciones al método de cálculo de requerimiento hídrico de la variable Consumo Interno de Agua. En cuanto a estrategias de reutilización del agua, el documento propone los sistemas de captación de aguas lluvias y los de tratamientos de agua residual (gris o negra) utilizada en la etapa de operación de la vivienda, así como el uso de baños secos. En el caso de construcciones nuevas, ampliaciones y alteraciones, éstas deben implementar al menos un sistema de reutilización de agua y así dar cumplimiento al estándar.

Para el caso de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Grises, el Estándar hace referencia y recomienda utilizar como documento de consulta la “Guía de Mejores Técnicas Disponibles para la Reutilización de Aguas Grises en el Sector Gastronómico y de Alojamiento Turístico” de CNPL y detalla las siguientes consideraciones:

- Las aguas grises se podrán reutilizar para sistemas de irrigación subsuperficial y otros usos no potables, en la medida que la entidad sanitaria local lo autorice.

³² Los Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas son una guía de buenas prácticas de diseño, construcción y operación de las viviendas nuevas o usadas, con el fin de mejorar su desempeño ambiental, económico y social, mediante la definición e incorporación de atributos de sustentabilidad, utilizando criterios objetivos y verificables. Disponible en URL <<https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/09/ESTANDARES-DE-CONSTRUCCION-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-III-AGUA.pdf>>, [consulta: 30 mayo 2019].

- Cualquier sistema de reutilización de aguas grises que cumpla con este documento, también deberá cumplir con la futura regulación y aprobación por parte de la autoridad sanitaria.
- Las tuberías de aguas grises deberán diferenciarse claramente de las tuberías de agua potable, de aguas servidas, y de los demás sistemas de tuberías.
- Se deberá identificar la grifería y los elementos del sistema de riego u otro elemento de repartición o distribución de agua tratada, cuando estén a la vista, para alertar y evitar infecciones o enfermedades.
- Para diseñar el sistema es fundamental conocer la capacidad necesaria del depósito para retener por al menos 24 horas el volumen diario de agua generado. Se debe calcular su tamaño en función del número de usuarios de las instalaciones, para llegar a un equilibrio entre el espacio utilizado y la capacidad del mismo. El sistema es utilizable en caudales que pueden ir desde los 300 l/día.

Estos requerimientos denotan el interés del Estado por implementar medidas de eficiencia hídrica en las políticas públicas que permitan contribuir al cuidado de este recurso tan valioso. Sin embargo, su carácter indicativo, no ha favorecido la implementación masiva de sistemas de reciclaje residencial que apoyen el anhelado uso eficiente del agua, requiriendo por tanto de cuerpos normativos que fomenten el reciclaje como ha sido en el concierto internacional.

CAPÍTULO II. REUSO AGUAS GRISES: CONTEXTO LEGAL INTERNACIONAL

A nivel internacional, se constata una diversidad de enfoques y rigurosidad en las regulaciones de aguas grises, las cuales van desde leyes con pocas restricciones hasta normas que las prohíben en todas las circunstancias. En algunas regiones, hay un fomento explícito del Estado por el reúso de las aguas grises y en otras no hay políticas claras ni normativa vinculante directa sobre éstas y su uso está indirectamente regulado por estándares de construcción, plomería o códigos de salud escritos para el reúso de aguas residuales sin considerar la reutilización de aguas grises³³.

En general, se advierte que la recolección separada de las aguas grises se consagra en términos facultativos³⁴, como es el caso de Australia, algunos estados de EE. UU. y países de Europa, siendo excepcionalmente obligatoria en Japón en ciertas condiciones. Por otra parte, las exigencias al tratamiento varían conforme al uso que se le asigna al agua gris reciclada y su mayor o menor contacto con las personas³⁵.

Israel es uno de los ejemplos de prohibición de reúso de agua grises, pese a ser un líder mundial de soluciones de agua en general y de tratamiento de aguas residuales en particular. A juicio de las Autoridades Sanitarias, el principal problema con la reutilización de aguas grises son los microorganismos que pueden generar riesgo a la salud pública si no son eliminados en la medida requerida³⁶. Para evitar esta amenaza, Israel prohíbe expresamente usar aguas grises en casas particulares y edificios de departamentos, autorizando solamente su uso para regar jardines públicos y descargar inodoros en edificios públicos e industrias que cuenten con tecnologías avanzadas de tratamiento que aseguren un alto nivel de purificación de agua y cumplan con las pautas publicadas por el Ministerio de Salud el año 2008. Dichas directrices se refieren, entre otros, a la ubicación de la planta y la ubicación de las áreas de retorno de agua, al nivel de tratamiento requerido y las medidas de ingeniería requeridas en la planta, así como a la propiedad de la planta y la responsabilidad de su operación. El Ministerio revisa los planes

³³ PACIFIC INSTITUTE. Overview of greywater reuse. California, USA. 2010. p17.

³⁴ Normas que dejan a potestad del individuo implementar sistemas de recolección separada de aguas grises, existiendo un fomento desde el Estado a través de distintos tipos de incentivos.

³⁵ HARRIS Moya Pedro. La propiedad de las aguas servidas y el deber de su depuración. Departamento de Estudios y Extensión y Publicaciones BCN. 2018.

³⁶ Sitio web del Ministerio de Salud Israelí. Disponible en URL <https://www.health.gov.il/English/Topics/EnviroHealth/Reclaimed_Water/Pages/gray_water.aspx> [consulta : 10 octubre 2019]

para la separación, el tratamiento y la recuperación de las aguas grises y los aprueba de acuerdo con las instrucciones, como también supervisa el cumplimiento real de las instrucciones. Desde la publicación de la guía el año 2008 varios sistemas de aguas grises han sido autorizados por el Ministerio de Salud para operar, sin embargo, a juicio de la ONG israelita SHOMERA³⁷, a pesar de la nueva voluntad del gobierno de examinar la posibilidad de un reciclaje descentralizado de agua, aún deben superarse algunas de las barreras técnicas, normativas y económicas existentes para masificar su uso.

En España por su parte han sido las Comunidades Autónomas, municipios y la industria las que han generado normas y/o guías para la reutilización de aguas grises. Tanto la Junta de Andalucía, la *Xunta de Galicia* como la *Generalitat de Catalunya*, han impulsado el empleo del reciclaje de aguas grises por medio de diferentes herramientas como decretos de cumplimiento obligatorio o la obtención de puntos para certificación. Lo mismo ha hecho la Diputación de Barcelona y varios municipios de las comunidades de las Islas Balear y Madrid con ordenanzas sobre la temática, siendo el ayuntamiento de Sant Cugat de Vallés el pionero hace más de una década en generar normativa específica que vinculan la obra nueva con la obligatoriedad de disponer de instalaciones de reciclaje de aguas grises. Pese a este avance, a juicio de la Asociación Española de Empresas de Tratamiento y Control de Aguas (Aqua España), todos estos cuerpos normativos no tienen un enfoque óptimo y generan desfragmentación a nivel país, requiriendo por tanto una normativa específica e integral que de claridad y cohesión técnica al sector, permitiendo estructurar el mercado y así fomentar el desarrollo de empresas sólidas³⁸. Con el objetivo de facilitar información técnica sobre la gestión, el tratamiento y el reciclaje de las aguas grises, la Comisión Sectorial de Aguas Grises de Aqua España, publicó el año 2016 una actualización de su “Guía Técnica de Recomendaciones para el Reciclaje de Aguas Grises en Edificios” del año 2010, que atiende aspectos como los componentes, el diseño, la instalación, el tratamiento, el control, el mantenimiento y el uso de los sistemas de

³⁷SHOMERA por un Mejor Ambiente, es una organización no gubernamental fundada el año 1998 para salvar al Bosque de Jerusalén de las amenazas al desarrollo de la tierra. Hoy es una ONG dinámica y multifacética que trabaja en activismo, educación y trabajo comunitario en el área metropolitana de Jerusalén. La “Iniciativa de Reciclaje de Aguas Grises” fue innovador proyecto piloto diseñado para promover la integración del reciclaje de aguas grises en Israel, para contribuir a la sostenibilidad a largo plazo de la economía nacional del agua. Sitio web: <http://www.shomera.org/on-greywater-recycling/greywater-recycling-around-the-world/>.

³⁸ ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE TRATAMIENTO Y CONTROL DE AGUAS - AQUA ESPAÑA. Documento para el fomento del reciclaje de aguas grises en España, 2013. 12p.

reciclaje de aguas grises para todo tipo de edificaciones, construcciones nuevas y rehabilitaciones de edificios³⁹.

Caso distinto es lo que sucede en la República Federal Alemana, país que cuenta con tres leyes marco estatales que conforman los pilares fundamentales de derecho de aguas⁴⁰, siendo la *Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch - TrinkwV* (Ordenanza General de Agua Potable) la que hace referencia a las aguas grises señalando que son entendidas como aguas de proceso, es decir aguas con diferentes propiedades de calidad a las de agua potable destinadas a usos industriales, comerciales, agrícolas o similares. La Ordenanza obliga a cada consumidor a conectarse a la red municipal de suministro de agua, siempre y cuando sea económicamente factible y a su vez exige a las empresas municipales de suministro de agua permitirle al consumidor reducir su volumen de abastecimiento a favor del uso de sistemas propios de abastecimiento, siempre y cuando éste así lo registre ante el municipio. Adicionalmente, recomienda el uso de agua de proceso (grises y pluviales) para la descarga de inodoros, plantas de riego, instalaciones de riego al aire libre y para limpieza de objetos que no están sujetos a altas exigencias higiénicas como si el agua potable donde la calidad del agua tiene un impacto directo en la salud de la población. Estipula, además que la decisión de utilizar aguas grises y aguas lluvias para el lavado de la ropa es responsabilidad del propietario de la vivienda por tanto debe adoptar todas las medidas necesarias para reducir el riesgo sanitario que conlleva su uso y en viviendas arrendadas se exige contar con una conexión de agua potable para el suministro de agua a la lavadora. Todos los sistemas de aguas de proceso deben ser registrados ante las autoridades sanitarias y en el caso de escuelas, guarderías, hospitales, restaurantes y otras instalaciones comunitarias son inspeccionadas por la autoridad con el fin de comprobar y asegurar que no existen conexiones cruzadas con la red de agua potable y

³⁹ En particular la Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios, define como agua gris bruta a aquellas aguas residuales domésticas, habitualmente procedentes de bañeras, duchas y lavamanos, excluyendo las aguas procedentes de cocina, inodoros, lavadoras, lavavajillas, procesos industriales o con productos químicos contaminantes y/o un elevado número de agentes patógenos y/o restos fecales. Una vez recogida, tratada y preparada para ser entregada al punto de uso de forma adecuada se denomina agua gris reciclada. Además, sugiere como posibles usos de las aguas grises el residencial - recarga de inodoros, riego de jardines privados, lavado doméstico de vehículos y limpiezas de suelos- y usos de servicios, esto es riego de zonas verdes urbanas y baldeo de pavimentos. Para los usos industriales recomienda su análisis caso a caso.

⁴⁰ Las tres normas son: *Wasserhaushaltgesetz - WHG* (en español Ley Alemana del Régimen Hidrológico); *Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch - TrinkwV* (Ordenanza General de Agua Potable) y *Abwasserabgabengesetz - AbwVO* (Ordenanza de Aguas Residuales).

las tuberías han sido correctamente señalizadas. El examen de todas las demás instalaciones se lleva a cabo únicamente en casos individuales justificados.

En particular, la definición de aguas grises está dada por la norma técnica *DIN 4045/2003 Abwassertechnik - Grundbegriffe*⁴¹. Son aguas grises aquellas aguas residuales domésticas sin sólidos fecales ni orina. Incluyen las aguas residuales de lavamanos, ducha, lavaplatos, lavavajillas y lavadoras de viviendas residenciales como también las aguas residuales de hoteles, restaurantes y establecimientos similares. Esta consideración posterior del flujo de material de las aguas grises facilita una clasificación más detallada en “aguas grises dignas de uso” (ligeramente contaminadas) y “aguas grises no dignas de uso” (muy contaminadas).

La estrategia seguida por Alemania para el reúso de aguas grises considera que el tratamiento de éstas depende del uso previsto, de los requisitos de calidad asociados y cumplimiento de requisitos técnicos vinculados a la instalación. El cumplimiento de requisitos de calidad fisicoquímica, permiten controlar y garantizar la calidad higiénica e inocua dependientes del uso previsto que se les dé, ya sea para recarga de inodoro, riego de jardines y zonas verdes, limpieza y lavado de ropa⁴².

A nivel técnico, las normas⁴³ a cumplir por los fabricantes de sistema de tratamiento de aguas grises han sido dadas por la *Fachvereinigung Betriebs – Und Regenwassernutzung - FBR* (en español Asociación Profesional para el Uso de Aguas Grises y Agua de Lluvia). Esta Asociación ha elaborado una guía que se considera como un reglamento técnico para el diseño, la planificación, la construcción y el funcionamiento de las plantas de aguas grises en Alemania, denominada *FBR - Hinweisblatt H 201. Grauwasser-Recycling. Planungsgrundlagen und Betriebshinweise* (en español FBR-Guía H 201: Plantas de reciclaje de aguas grises para hogares y los sectores público y comercial). Esta Guía documenta el estado actual de los conocimientos en esta área y define los requisitos de

⁴¹ Las normas *DIN* son los estándares técnicos para el aseguramiento de la calidad en productos industriales y científicos en Alemania. Generados por *Deutsches Institut für Normung – DIN* (en español Instituto Alemán de Normalización), institución con sede en Berlín y establecida en 1917. El *DIN* realiza las mismas funciones que organismos internacionales como ISO.

⁴² Las normas exigidas para la Recarga de Inodoro es *Betriebswassernutzung in Gebäuden* (1995); para Limpieza: Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la calidad de las aguas de baño y a su gestión y para Riego: *DIN 19650 Bewässerung - Hygienische Belange von Bewässerungswasser* (Riego - Aspectos higiénicos del agua de riego).

⁴³ Las directrices que son esenciales para la instalación de un sistema de tratamiento de aguas grises son *DIN 1988, Teil 2: Kennzeichnung von Entnahmestellen, die mit; DIN 1988, Teil 4: Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen; DIN 2403: Kennzeichnung nicht erdverlegter Rohrleitungen nach dem Durchflusstoff; DIN 1986: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke und das ATV-Arbeitsblatt A 138 y DIN 2461 bei Versickerung.*

planificación, ejecución, operación y mantenimiento, que han demostrado su eficacia en la práctica. La hoja de información FBR- H 201 sirve como una recomendación para fabricantes, planificadores y partes interesadas y proporciona información inicial para la operación de los sistemas. El reúso de las aguas grises y pluviales en Alemania ha ganado significancia, contando con una sólida industria de proveedores y fabricantes de plantas de tratamiento estandarizadas de bajo costo y mantenimiento, existiendo más de 1000 sistemas de tratamiento de aguas grises operando en viviendas residenciales individuales y aplicaciones a mayor escala como edificios de departamentos, universidades y hoteles existiendo espacio para que esta industria siga creciendo⁴⁴.

En el caso de América Latina, no se registran marcos normativos nacionales específicos para la reutilización de aguas grises. Lo anterior no excluye la ejecución de proyectos que promueven su utilización para riego de cultivos familiares o agricultura periurbana con el objetivo de desarrollar y difundir modelos eficiente y sostenible de uso del agua y el control de la contaminación municipal. Se requiere que la región acelere la adopción de medidas que permitan que todas las aguas residuales tratadas constituyan una fuente importante de abastecimiento de agua en algunas ciudades e integrar buenas prácticas en la gestión de agua, como es el reúso de aguas grises⁴⁵

En vista que el uso de aguas grises, fundamentalmente para riego de jardines y recarga de inodoros por parte de la población, está creciendo a nivel mundial, diversas naciones están actualizando sus políticas y marcos normativos hacia una gestión integrada del agua, incorporando de manera expresa el reúso de aguas grises de una manera segura para la población y el medio ambiente. En términos globales, los principales aspectos y temas identificados que buscan controlar los países que han regulado por ley el reúso de las aguas grises, son la definición legal de las aguas grises, el método de organización (el organismo a cargo, el tipo de consumidores, etc.), la definición de los aspectos técnicos del sistema y la instalación, la calidad del agua reciclada, la prevención de riesgos para la salud, los métodos de protección del ambiente y la salud pública, y orientación y condiciones con respecto al uso de aguas grises.

⁴⁴ FACHVEREINIGUNG BETRIEBS – UND REGENWASSERNUTZUNG - FBR –fbr-top4. Wasser zweimal nutzen: Grauwasser-Recycling. Alemania, [s.a.]. 2p.

⁴⁵ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN – FAO. Reutilización de aguas para agricultura en América Latina y el Caribe. Estado, principios y necesidades. Santiago, Chile. 2017. 133p. ISBN 978-92-5-309906-1. [en línea] <<http://www.fao.org/3/a-i7748s.pdf>>, [consulta: 18 enero 2019].

Bajo este interés mundial, Australia es a menudo considerado líder con respecto al desarrollo de políticas y cuerpos normativos que fomentan y establecen estándares adecuados para la reutilización de aguas residuales y grises particularmente, seguido por el Estado de Arizona en Estados Unidos. A continuación, una breve descripción de la estructura normativa utilizada, donde el reciclaje de aguas grises a nivel residencial es exitoso y regulado por ley.

2.1 AUSTRALIA

Como parte de su política nacional y en el marco de la *National Water Quality Management Strategy - NWQMS*⁴⁶, Australia ha desarrollado diversas directrices nacionales para la planificación y gestión de la calidad del agua. Dentro de este set de guías⁴⁷, el año 2006 fueron publicadas las *Australian Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks*⁴⁸, referencia autorizada para el suministro, uso y regulación de esquemas de aguas recicladas para autoridades, gestores, usuarios y comunidad en general. Están diseñadas para apoyar el reciclaje beneficioso y sostenible de las aguas generadas a partir de aguas residuales, grises y pluviales mediante una combinación de manejo cuidadoso, uso apropiado y educación de los usuarios del agua. Una característica importante de estas pautas es que utilizan un marco de gestión de riesgos - que implica anticipar problemas potenciales y evitar que surjan - en lugar de simplemente confiar en las pruebas posteriores al tratamiento como base para administrar los esquemas de agua reciclada. Siguiendo un proceso de gestión de “12 riesgos o elementos” identificados y cubiertos dentro de un plan de gestión de la calidad del agua reciclada (Figura 2), se garantiza abarcar todos los aspectos pertinentes de la utilización de este tipo de agua en lo que respecta a la protección de la salud pública. El compromiso con el uso responsable y la gestión de la calidad del agua reciclada corresponde al elemento 1. Los elementos 2 a 6 son los requisitos para comprender el esquema de agua reciclada, los peligros y eventos peligrosos que pueden comprometer la seguridad del

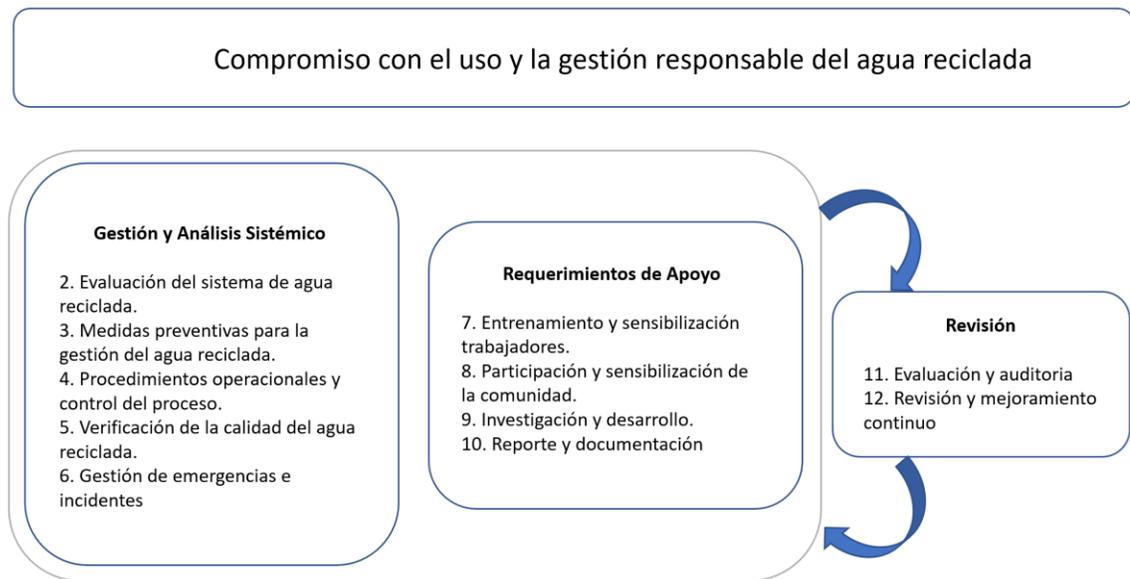
⁴⁶ El propósito de la Estrategia Nacional de Gestión de la Calidad del Agua es proteger los recursos hídricos de la nación al mantener y mejorar la calidad del agua, al tiempo que se apoyan los ecosistemas acuáticos y terrestres dependientes, las comunidades agrícolas, urbanas y la industria.

⁴⁷ Los temas cubiertos por estas guías son: agua potable; gestión del efluente; agua marina y superficial; agua subterránea; agua recreacional; agua reciclada; agua en zonas rurales; sistemas de alcantarillado, gestión de agua de lluvia en zonas urbanas.

⁴⁸ AUSTRALIAN GOVERNMENT - AUS. Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council & Australian Health Ministers' Conference. *National guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks*. Canberra, Australia. 2006. 415p. ISBN 1-921173-06-8 Disponible en URL <<https://www.waterquality.gov.au/guidelines/recycled-water>>, [consulta: 12 agosto 2018].

esquema y las medidas establecidas para minimizar el riesgo a fin de garantizar el uso fiable y seguro del agua reciclada. Los elementos 7 a 10 corresponden a los requisitos de apoyo que demuestran la competencia y el compromiso para la aplicación de las mejores prácticas. Finalmente, los elementos 11 y 12 garantizan la aplicación de sistemas de gestión adecuados y proporcionan una base para la evaluación, el examen y la mejora continua.

FIGURA 2 LOS DOCE ELEMENTOS DEL MARCO DE GESTIÓN DE RIESGOS PARA EL USO DEL AGUA REICLADA



Fuente: Traducción propia. National Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks. Australia, 2006.

Las pautas proporcionan las bases generales y recomendaciones específicas sobre las mejores prácticas para el reciclaje del agua en usos como agricultura, control de incendios, propiedad municipal, residencial, comercial e industria y están destinadas a ser utilizadas tanto por agencias gubernamentales, reguladores, industria y ciudadanos. Las series de guías constan de dos partes:

- La Fase 1 establece un conjunto completo de orientación para la gestión de los riesgos para la salud y el medio ambiente asociados con el uso del agua reciclada, incluyendo:
 - Riego de jardines residenciales, lavado de autos, llenado de inodoro y lavado de ropa;
 - Riego para espacios urbanos recreativos y abiertos;
 - Riego para agricultura y horticultura;

- Sistemas de protección y extinción de incendios;
- Usos industriales, incluido el agua de refrigeración (desde una perspectiva de salud humana).
- La Fase 2 se extiende sobre aspectos específicos del reciclaje de agua y cubre:
 - Uso de agua reciclada para aumentar suministros de agua potable
 - Uso de aguas pluviales y de techo para fines como el riego
 - Recarga gestionada de acuíferos

Esta política nacional está apoyada a nivel reglamentario por estándares asociados a los servicios de agua. En particular, el diseño, construcción, instalación, reemplazo, reparación, alteración y mantenimiento de un servicio de gestión de aguas residuales debe cumplir con los siguientes cuerpos reglamentarios:

- *Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 1547:2012 - On-Site Domestic Wastewater Management*
- *Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 1546:2016 - On-Site Domestic Wastewater Treatment Units*
- *Standards Australia, AS 1345:1995 – Identification of the contents of pipes, conduits and ducts*
- *Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 2700:2011 - Colour Standards for General Use*
- *Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 3500:2003 – National Plumbing and Drainage Codes*

La *AS/NZS 1547:2012 On-Site Domestic Wastewater Management* establece los requisitos técnicos de las unidades de tratamiento de las aguas residuales domésticas y sus respectivos sistemas para que logren una gestión sostenible, efectiva, protejan la salud pública y el medio ambiente. Esta norma indica los rendimientos que debe cubrir el diseño general y la gestión sostenible de los sistemas de aguas residuales domésticas *in situ*.

La *AS/NZS 1546:2016 On-Site Domestic Wastewater Treatment Units* establece los requisitos para el diseño, la puesta en marcha, el rendimiento, la instalación y las pruebas

de conformidad de los sistemas domésticos de tratamiento de aguas grises y sus accesorios para flujos de aguas grises de hasta un máximo de 1000 l/d, de una población equivalente de hasta 10 personas.

La *AS 1345:1995 – Identification of the contents of pipes, conduits and ducts*, especifica los medios para identificar el contenido de tuberías, conductos, ductos y revestimientos utilizados para contener fluidos, o para la distribución de servicios eléctricos o de comunicaciones en instalaciones terrestres y a bordo de barcos, mediante el uso de colores, palabras y símbolos.

La *AS/NZS 2700:2011 - Colour Standards for General Use*, presenta y especifica 206 colores de referencia para ayudar con la especificación y la coincidencia de colores utilizados en áreas industriales, arquitectónicas y decorativas, con énfasis particular en pinturas y materiales relacionados. Proporciona un texto explicativo con datos de color tabulados y colores equivalentes prácticos.

La *AS/NWS 3500.1-2003 Plumbing and drainage*, establece las especificaciones, procedimientos y pautas para el diseño, instalación y puesta en marcha de los servicios de agua potable y no potable, cubriendo la instalación desde el punto de conexión a los puntos de descarga. Se aplica a todas las instalaciones nuevas, así como a las modificaciones, adiciones y reparaciones a las instalaciones existentes.

Todos estos estándares nacionales, están regulados a través del *National Construction Code Series - Volume 3 - Plumbing Code of Australia*, conjunto uniforme de disposiciones técnicas para el diseño y construcción de edificios y otras estructuras, y sistemas de gasfitería y drenaje en toda Australia. Permite variaciones según el clima y las condiciones geológicas o geográficas. Este marco federal tiene como objetivo lograr a nivel nacional criterios de diseño consistentes y eficientes en aspectos de seguridad relevante (incluida la seguridad estructural contra incendios), de salud, de servicios y de sostenibilidad.

En particular, son los gobiernos estatales los responsables de establecer el enfoque y los requisitos reglamentarios para la reutilización segura y responsable de las aguas residuales, a través de sus normativas, los que pueden variar según el estado, pudiendo incluso establecer estándares más altos en materias no reguladas por las normas nacionales. Y son los gobiernos locales los responsables de las aprobaciones de instalación y operación de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales. Este proceso de aprobaciones generalmente es administrado por los

funcionarios de salud y/o medioambiente de cada gobierno local, de conformidad con el cumplimiento de la norma estatal.

Uno de los aspectos interesante del modelo australiano tiene relación con regulaciones específicas para el tratamiento y reutilización de las aguas grises generadas en viviendas residenciales ubicadas en zonas metropolitanas (que cuentan con servicio de alcantarillado), como aquellas fuera del servicio, especialmente áreas rurales o comunidades pequeñas donde todas las aguas residuales domésticas se tratan y eliminan *in situ*, es decir, en el sitio o parcela individual donde se generan. Dada la creciente conciencia pública de conservar el agua e implementar prácticas sostenibles en el uso del recurso, actualmente todos los estados australianos cuentan con directrices para regular el uso de las aguas grises *in situ* en aplicaciones como el riego del jardín o recarga del inodoro (Tabla 4), y son varios los estados como *Western Australia, Queensland, South Australia, Victoria* que han establecido un plan de reembolso o descuentos en las tarifas para fomentar la reutilización de las aguas grises en las zonas metropolitanas.

TABLA 4 PRINCIPALES MARCOS REGULATORIOS O DIRECTRICES DE GESTIÓN DE AGUAS GRISAS *IN SITU* SEGÚN TERRITORIO AUSTRALIANO

Estado	Marco Normativo General	Directrices / Guías
<i>Australian Capital Territory (ACT)</i>	<i>All On-site Wastewater Management</i> <i>Public Health Act 1997</i>	<i>Greywater Use: Guidelines for residential properties in Canberra 2007</i>
<i>New South Wales (NSW)</i>	<i>All On-site Wastewater Management</i> <i>Local Government Act 1993 – Local Government (General) Amendment (Domestic Greywater Diversion) Regulation 2006</i> <i>Environment and Health Protection Guidelines for On-site Sewage Management for Single Households, 1998</i>	<i>Domestic Greywater Treatment Systems Accreditation Guidelines, 2005</i> <i>Greywater Reuse in Sewered Single Household Residential Premises, 2008</i>
<i>Queensland (QLD)</i>	<i>All On-site Wastewater Management</i> <i>The Plumbing and Drainage Act 2018</i> <i>Plumbing and Wastewater Code, 2019</i>	
<i>Northern Territory (NT)</i>	<i>All On-site Wastewater Management</i> <i>Public Health (General Sanitation) Regulations, 1997</i>	<i>Draft guidelines wastewater work design approval for recycled water systems, 2014.</i>

	<i>Code of Practice for on-site wastewater Management, 2014</i>	<i>Guidance for Completion of Wastewater Works Design Approval Applications (WWDA), 2018</i>
<i>Western Australia (WA)</i>	All On-site Wastewater Management <i>Health Act 1911</i> <i>Code of Practice for the Reuse of Greywater in Western Australia, 2010</i>	<i>Guidelines for the Non-potable Uses of Recycled Water in Western Australia</i> ⁴⁹
<i>South Australia (SA)</i>	All On-site Wastewater Management <i>South Australian Public Health Act 2011</i> <i>On-site Wastewater Systems Code, 2013</i>	
<i>Victoria (VIC)</i>	All On-site Wastewater Management <i>Environment Protection Act 1970</i> <i>Land Capability Assessment Framework, 2014</i> <i>Code of Practice – Onsite Wastewater Management, 2016</i>	
<i>Tasmania (TAS)</i>	All On-site Wastewater Management <i>Plumbing Regulations 2004</i> <i>Building Act 2016, Director’s Guidelines for On-site Wastewater Management Systems</i>	<i>Guide to Domestic Greywater Re-use, 2017</i>

Fuente: Elaboración propia

2.2 ESTADOS UNIDOS

En los Estados Unidos no existe una norma o reglamento nacional que regule las prácticas de reutilización de las aguas residuales y aguas grises en particular. Dicha regulación está principalmente bajo la jurisdicción de los estados⁵⁰. En ausencia de un marco normativo federal, han sido los Códigos de Gasfitería, específicamente el *Uniform*

⁴⁹ Entrega directrices para el uso de agua gris reciclada en viviendas múltiples, oficinas o centros comerciales que generan más de 5000 l/día.

⁵⁰ A nivel nacional existen guías elaboradas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA por su sigla en inglés), que el año 2012 ha publicado una actualización de *Guidelines for Water Reuse* con el propósito de facilitar un mayor desarrollo de la reutilización del recurso, sirviendo como referencia autorizada sobre las prácticas de reutilización del agua existentes en el país. Estas pautas incluyen a) aplicaciones de reutilización de agua: urbanas (restringidas y no restringidas), agrícolas (cultivos alimentarios, cultivos no alimentarios), recarga de acuíferos para beber, riego de jardines, mejora ambiental y otros usos no relacionados con el consumo de agua; b) Procesos de tratamiento; c) Criterios de calidad del agua; d) Control del agua; e) Medidas preventivas in situ; f) Monitoreo ambiental y g) Estrategias de comunicación.

Plumbing Code (UPC) y el *International Plumbing Code (IPC)*, publicados respectivamente por la *International Association of Plumbing and Mechanical Officials*⁵¹ y la *International Code Council*⁵², los instrumentos regulatorios escogidos mayoritariamente por los estados interesados para normar el uso de aguas grises.

En el ámbito normativo, el primer Estado que permitió la reutilización legal de aguas grises fue California a principio de la década de 1990, cuando producto de la sequía, propició modificaciones al *California Plumbing Code* y así utilizar esta fuente potencial de agua para riego. Si bien este primer paso fue positivo, a juicio de la *ONG Greywater Action*⁵³ en la práctica no tuvo los resultados esperados debido a que el Código fue bastante restrictivo en los requisitos exigidos para el tratamiento de las aguas grises, homologando lo indicado en el *UPC* e *IPC*. Al considerarlas como aguas negras, solicitó a las personas interesadas en su reutilización, construir pequeños sistemas de tratamiento de tipo séptico para disponer de ellas bajo tierra (con un tanque y líneas de lixiviación llenas de grava) que a su vez no estaban permitidos por el mismo Código y por tanto su cumplimiento fue mínimo por parte de la ciudadanía. El estado de Arizona, siguiendo las directrices restrictivas del *California Plumbing Code*, tuvo similar mala experiencia, por lo que el año 2001 a través de su Departamento de Calidad Ambiental (*ADEQ* por su sigla en inglés) modificó considerablemente su normativa. El resultado final fue un Código de Plomería⁵⁴ basado en el rendimiento que describe requisitos para proteger la salud pública y calidad del agua con un enfoque escalonado de tres niveles, basado en el volumen de aguas grises por día y el nivel de tratamiento requerido:

- Primer nivel: Los sistemas residenciales que producen menos de 400 *gpd*, es decir 1500 litros por día, si cumplen las pautas generales establecidas en el Permiso General de Agua Reciclada Tipo 1, no requieren permiso, como tampoco

⁵¹ *International Association of Plumbing and Mechanical Officials - IAPMO*, es una organización sin fines de lucro de Estados Unidos, que desarrolla y publica normas centradas en los productos de fontanería como el *Uniform Plumbing Code (UPC)* además de ofrecer servicios de certificación y pruebas.

⁵² El *International Code Council – ICC*, es una asociación sin fines de lucro establecida el año 1994, dedicada a desarrollar códigos y estándares modelos utilizados en todo Estados Unidos y el mundo para construir estructuras seguras, sostenibles, asequibles y resistentes.

⁵³ *Greywater Action* es una organización no gubernamental fundada el año 1999 que funciona como una red de colaboración de educadores que enseñan a los residentes y comerciantes sobre sistemas de agua domésticos simples y asequibles para reducir drásticamente su consumo y fomentar culturas sostenibles de agua. Sitio web <https://greywateraction.org/>

⁵⁴ ARIZONA STATE. *Arizona Administrative Code R18-9-7 Direct Reuse of Reclaimed Water 2001*. Disponible en URL <https://apps.azsos.gov/public_services/Title_18/18-09.pdf. > [consulta: 15 enero 2019].

notificación formal a la Autoridad. El Permiso Tipo 1 prohíbe el uso de aguas grises para fines distintos del riego, y el riego por aspersión.

- Segundo nivel: Los sistemas que producen más de 400 *gpd*, como los sistemas comerciales, multifamiliares e institucionales, requieren un permiso estándar.
- Tercer nivel: Los sistemas de más de 3000 *gpd*, es decir aproximadamente 11000 litros por día, se consideran cada uno de ellos de forma individual y por tanto requieren permisos específicos.

Estas nuevas normas hacen posible y factible que el público en general utilice sus aguas grises para el riego de jardines sin solicitar un permiso siempre que cumplan obligatoriamente 13 prácticas de gestión sustentable. El éxito de Arizona ha sido emulado por otros estados, sin embargo, todavía el escenario es bastante dispar en Estados Unidos respecto a los marcos jurídicos estatales creados para la reutilización de aguas grises. (Tabla 5). Por un lado, varios son los estados que no cuentan aún con normativa formal y específica sobre el tema o regulan las aguas grises como aguas negras y por tanto exigen un sistema de eliminación de estas. Y por otra parte, los estados que si permiten el uso de aguas grises, se diferencian por el enfoque que han optado para ajustar sus normativas. Los más modernos han escogido una orientación basada en el desempeño gradual, es decir, diferencian los sistemas de aguas grises según la fuente y los volúmenes de generación.

TABLA 5 ANÁLISIS DE LOS MARCOS NORMATIVOS DE LAS AGUAS GRISES/RESIDUALES EN EE.UU

States without Formal Graywater Regulations			States Allowing Graywater Reuse		
States allowing wastewater reclamation that define graywater as wastewater (4.1.1)	States not defining graywater (4.1.2.1)	States treating graywater as septic (4.1.2.2)	States permitting graywater using a tiered approach (4.2.1)	States regulating graywater reuse without a tiered approach (4.2.2)	States allowing residential irrigation only (4.2.3)
Alabama	Illinois	Connecticut	Arizona	Florida	Hawaii
Alaska	Kansas	Kentucky	California	Georgia	Idaho
Arkansas	North Dakota	Maryland	New Mexico	Montana	Maine
Colorado	Ohio	Michigan	Oregon	Massachusetts	Nevada
Delaware	South Carolina	Minnesota	Washington	North Carolina	
Indiana	Tennessee	Nebraska		South Dakota	
Iowa		New Hampshire		Texas	
Louisiana		New Jersey		Utah	
Mississippi		New York		Virginia	
Missouri		West Virginia		Wisconsin	
Oklahoma				Wyoming	
Pennsylvania					
Rhode Island					
Vermont					

Fuente: *Treatment, Public Health, and Regulatory Issues Associated with Greywater Reuse. Guidance Document.* By Sybil Sharvelle et al for WERF.

Mayoritariamente, los sistemas residenciales *in situ* son legales si cumplen con lineamientos generales de salud y seguridad establecidos en la norma, no requiriendo permiso para su instalación (aunque algunas jurisdicciones locales pueden tener requerimientos adicionales), como es el caso de Arizona, Nuevo México, Washington, Oregon y California, elaborados con un enfoque escalonado (Tabla 6). Dentro de este grupo, el código de Nuevo México es notablemente simple, redactado para viviendas que generan menos de 950 l/d de aguas grises (250 *gpd*) permite usar el agua tratada solo para riego (prohibiendo utilizar el método de aspersión), no especifica las cifras de carga del suelo sino que simplemente establece que se debe “asegurar que no se exceda la capacidad hidráulica del suelo”, prohíbe regar cultivos o árboles frutales y el propietario no requiere obtener ningún permiso. En el otro extremo está California, estado que el año 2010 rescribió y actualizó completamente su Código permitiendo utilizar el agua para fines de riego domiciliario por medio de la instalación de 3 tipos distintos de sistemas de aguas grises (sistema de lavado de ropa, sistema simple y sistema complejo). No obstante, a

juicio de la consultora *Oasis Design*⁵⁵, aún el Código sigue siendo demasiado difícil y económicamente oneroso para ser aplicado a gran escala por la ciudadanía. El otro enfoque imperante en los estados que permiten el reúso de las aguas grises es el prescriptivo, en otras palabras, especifican exactamente cómo construir un sistema de aguas grises, incluyendo los materiales y piezas que se pueden utilizar y determinan condiciones para reusar el agua, como es el caso de Massachusetts, Florida o Georgia.

TABLA 6 PRINCIPALES MARCOS REGULATORIOS O DIRECTRICES DE GESTIÓN DE AGUAS GRISES CON ENFOQUE ESCALONADO

Estado	Marco Normativo General	Directrices / Guías
Arizona	<i>R18-9-701 ADEQ Administration Code Annotated Arizona Greywater Law Arizona Administrative Code R18-9-7 Direct Reuse of Reclaimed Water (2001)</i>	<i>Greywater Guidelines, Water CASA⁵⁶</i>
California	<i>California Plumbing Code (Chapter 16A Nonpotable Water Reuse Systems, 2010)</i>	
Nuevo México	<i>New Mexico Gray Water Reuse Rules Sections 809 and 810 of 20.7.3 NMAC (Section 1. Section 74-6-2 NMSA 1978 as amended) (2003)</i>	<i>New Mexico Gray Water Guide</i>
Oregon	<i>Oregon Administrative Rules CH 340 Division 53 Graywater reuse and disposal systems</i>	
Washington	<i>Chapter 90.46 RCW - Reclaimed Water Use Chapter 246-274 WAC - Greywater Reuse for Subsurface Irrigation, 2012</i>	<i>Tier One Greywater System Checklist and Irrigation Area Estimation Tool, 2017 Guidance for Performance, Application, Design and Operation & Maintenance of Tier Two and Three Greywater Subsurface Irrigation Systems (Chapter 246-274 WAC), 2012</i>

Fuente: Elaboración propia

⁵⁵ *Oasis Design* es una empresa consultora de arquitectura cuyo enfoque principal ha sido diseño sustentable del agua, las aguas residuales y los sistemas de energía.

⁵⁶ *Greywater Guidelines* elaborada por la *Water Conservation Alliance of Southern Arizona - CASA* no es una Guía oficial del Gobierno estatal o local de Arizona, pero cuenta con su apoyo.

CAPÍTULO III. MARCO NORMATIVO NACIONAL DE LAS AGUAS GRISES

3.1 RECONOCIMIENTO LEGAL

Algo que caracteriza a los países que han desarrollado el reúso de aguas grises como una nueva fuente de agua, es la presencia de esta temática en sus agendas hídricas, apoyadas en la existencia de una normativa que fomenta y establece estándares técnicos y guías adecuadas para su implementación, apoyado con campañas de divulgación y donde el Estado ha desempeñado un rol clave en la habilitación de los proyectos. Chile está varios pasos atrás, si bien la normativa nacional no restringe el reúso en su totalidad, tampoco la fomenta. La promoción de reúso de aguas residuales y de las aguas grises en particular, se recogen por primera vez en la Política Nacional de Recursos Hídricos, declarando 3 medidas: a) promover la reutilización de aguas servidas (tratadas) proveniente de las plantas de tratamiento; b) en el caso de viviendas, separar las aguas grises de las aguas negras, de manera de reutilizar las aguas grises provenientes del uso doméstico, para el riego de áreas verdes y c) en relación a las viviendas sociales, se incorporará en el presupuesto de construcción de dichas viviendas sistemas de separación de aguas⁵⁷. De esta forma, las aguas grises que se evacuan de estos proyectos habitacionales podrán ser destinados al riego de plazas y parques, así como también para la recarga de acuíferos⁵⁸.

⁵⁷ MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. Política Nacional para los Recursos Hídricos, p69.

⁵⁸ Debido a la escasez del recurso hídrico, la propiedad de las aguas servidas tratadas que son recolectadas por medio de las redes de alcantarillado de las concesionarias de servicios sanitarios públicos y se vierten a cauces naturales -última etapa del servicio sanitario- ha generado en el último tiempo importantes debates en nuestro país (Díaz de Valdés Balbontín, 2015), produciendo extensa bibliografía que da cuenta de las dos posiciones enfrentadas: aquella que afirma la aplicación del derecho de propiedad que tienen las empresas sanitarias sobre las aguas servidas tratadas y la que lo rechaza (Harris, 2018). Este debate, que tiene en completa tensión a empresas mineras, eléctricas, sanitarias, agricultores y comunidades, se origina en la decisión de algunas empresas de servicios sanitarios de comercializar las aguas servidas que tratan y al no devolverlas necesariamente al cauce del río, no pueden ser utilizadas por las agrupaciones de regantes agrícolas –especialmente de las zona central del país– que alegan derecho a usar tales aguas como históricamente lo habían hecho, lo que ha conducido a un cuestionamiento de la propiedad final de estas aguas. Como resultado de esta discusión, durante años se han emitido pronunciamientos de la autoridad administrativa – SISS –, dictámenes de la Contraloría General de la República e incluso un fallo de la Corte Suprema de Justicia. La titularidad sobre las aguas servidas que se encuentran en la infraestructura sanitaria destinada a la recolección y disposición de estas aguas es una discusión jurídica no zanjada ni resuelta legalmente. Por una parte, la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G. (Andess) afirma su dominio sobre las aguas servidas tratadas en virtud del concepto de derrames regido por el Código de Aguas y la propiedad de las redes de alcantarillado y por otra parte, la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA) señala que existen fundamentos que contradicen la propiedad de las empresas sanitarias sobre las aguas servidas tratadas y que tienen un derecho consuetudinario sobre esas aguas para el riego. Ante tal falta de definición, desde el año 2011 la SISS no ha se ha pronunciado sobre la comercialización de las aguas servidas, salvo para reconocer, restrictivamente, que no podía desconocer los negocios de esta especie que hubieren nacido a la vida jurídica con anterioridad al 4 de julio del 2011, fecha que se emitió el oficio 2725/11, con el cual definió la nueva doctrina en la materia y por tanto no establece quien es el dueño de las aguas servidas una vez tratadas.

Como se reconoce en el Primer Informe de la Mesa Nacional del Agua, la solución a esta discrepancia es un tema relevante y pendiente que, además, debe considerar que los clientes urbanos pagan por el agua potable y por el servicio de recolección y tratamiento de aguas servidas que, en la medida que la tecnología avance, se hace más probable que quien

En el ámbito normativo, históricamente las aguas grises han sido tratadas como aguas servidas en vista de la inexistencia del concepto en algún cuerpo legal vigente, sea este el Código de Aguas, Ley General de Servicios Sanitarios o Código Sanitario. Hasta hace pocos años su mención o reconocimiento se restringía solo a la Norma Técnica de Ingeniería Sanitaria y para Alcantarillado de Aguas Residuales - NCh 1105 Of 1999, actualizada el año 2009 y declarada Norma Oficial de la República por el Decreto N° 418 de 2014 del Ministerio de Obras Públicas. Esta norma señala que las aguas grises son “*las aguas residuales que provienen de tinajas y duchas, lavatorios, lavaplatos y otros similares, excluyendo las aguas negras*”. Las aguas negras corresponden a su vez a aquellas aguas residuales que contienen excretas. Por otro lado, la misma norma técnica define las aguas residuales como las que no sirven una vez que se utilizan en un proceso o que no son de utilidad para el mismo. Así, las aguas servidas o aguas servidas domésticas corresponden a aguas residuales que sólo contienen los desechos de una comunidad, y estarían compuestas por aguas grises y aguas negras. Sin perjuicio de la definición establecida en la norma técnica, la ausencia de esta precisión en reglamentos o leyes generó un vacío legal que atrasó el fomento de procedimientos e instalaciones de reutilización de aguas grises.

Esta situación cambia el año 2014, cuando se discute en el Congreso el proyecto de ley que norma el servicio de recolección y disposición de aguas grises⁵⁹. Las ideas centrales de la Moción son: a) enfrentar el escenario de sequía y estrechez hídrica; b) obtener un mejor aprovechamiento del recurso agua; c) incidir en la economía de los clientes sanitarios y de quienes aprovechen las aguas tratadas. El proyecto de ley propuesto busca promover opciones reales de reducción de consumo de agua potable, como es el procedimiento de reutilización de aguas grises, toda vez que requiere la instalación de mecanismos de limpieza y depuración de mediana complejidad.

Después de casi 4 años de discusión en el Congreso, el 15 febrero del año 2018 se publica la **Ley 21.075 del Ministerio de Obras Públicas que regula la recolección, reutilización y tratamiento de aguas grises**. Con la promulgación de esta ley, el país avanza en el diseño de un marco normativo que permite apoyar la gestión integrada del

pagó por el agua decida tratarla y reutilizarla in situ. Esto ya está ocurriendo con las aguas grises y, a futuro, podría incluir otros tipos de aguas servidas (MOP, 2020).

⁵⁹ Previamente una iniciativa similar fue presentada a tramitación en la Cámara de Diputados, Boletín 9085-01, suscrita por la diputada Adriana Muñoz, el entonces diputado Mario Bertolino y el diputado Matías Walker. Sin embargo, la falta de avance lleva a promover también su discusión en el Senado de la República por medio de la moción referida.

agua y las políticas públicas destinadas a hacer más eficiente el uso del recurso por parte de los particulares y entidades públicas (en especial municipalidades), particularmente a través de medidas de gestión y mecanismos de reutilización.

Este nuevo cuerpo normativo de 14 artículos establece en el primero que la regulación de los sistemas de reutilización de las aguas grises se aplica a áreas urbanas y rurales. Luego en su 2º artículo define una serie de conceptos que son la base de la ley, estableciendo una diferencia legal entre “aguas grises”, “aguas grises tratadas”, “aguas negras”, “aguas residuales” y “aguas servidas domésticas”. Establece, además que las aguas grises pueden ser recuperadas mediante la instalación de mecanismos de limpieza y depuración de mediana complejidad y servir para usos urbanos como es el llenado de inodoros, riego de jardines o áreas verdes o usos que contribuyan a la conservación ambiental y sustentabilidad como es el riego de especies reforestadas o mantención de humedales, actividades todas que no requieren de agua potable o de una buena calidad.

En el artículo 3º y 4º, indica que los sistemas de reutilización de aguas grises deberán contar con la aprobación del diseño del proyecto y autorización de funcionamiento de la autoridad sanitaria regional respectiva.

La Ley señala que será el Ministerio de Salud el responsable de dictar un reglamento que contenga las condiciones sanitarias que deberán cumplir los sistemas de reutilización de aguas grises, los requisitos o antecedentes adicionales que se deberán acompañar a las solicitudes de aprobación del proyecto y autorización de funcionamiento, según corresponda, tomando en especial consideración su aplicación tanto para área urbana como rural. Dicho reglamento, señala la ley, establecerá el destino que podrá darse a las aguas grises tratadas y los requisitos que deberá cumplir el sistema de reutilización de aguas grises para cada uso autorizado, así como las calidades específicas del efluente tratado y las exigencias de control de su funcionamiento.

En su artículo 5º y 6º indica que los sistemas de recolección, tratamiento y reutilización de aguas grises de interés público que excedan el ámbito domiciliario podrán ser de iniciativa municipal, del Servicio de Vivienda y Urbanización o de otro órgano de la Administración del Estado con competencia sobre el territorio, los establecimientos o respecto de las materias en que incida la declaración. Dichas entidades podrán licitar directamente o solicitar a la Superintendencia que realice la licitación pública para la recolección, tratamiento y reutilización de estas aguas. La gestión de estos servicios se

otorgará por un plazo determinado, de acuerdo al interés público comprometido y la magnitud de las inversiones según se defina en las bases de licitación. Adjudicada la licitación, el adjudicatario deberá obtener la aprobación del proyecto y la autorización de funcionamiento de dicho sistema de la respectiva autoridad sanitaria. Las autoridades en el marco de sus competencias podrán implementar estos sistemas en los instrumentos de planificación territorial y promoverán la instalación de estos sistemas en la habilitación de servicios públicos, establecimientos educacionales, conjunto de viviendas sociales y terminales de buses.

La Ley indica en su artículo 7º, que deberán separarse las aguas grises de las aguas negras y ser conducidas por medio de canalizaciones para su posterior tratamiento y reutilización. Al respecto, el artículo 8º enumera algunos de los casos en que las aguas grises podrán utilizarse para fines urbanos, fines agrícolas, fines industriales, fines recreativos y fines ambientales. Con todo, el artículo 9º dispone la prohibición de uso de las aguas grises para el consumo humano y en general servicios de provisión de agua potable, así como riego de especies que hayan de ser consumidas crudas por las personas, o que sirvan de alimento a animales que pueden transmitir afecciones a la salud humana; procesos productivos de la industria alimenticia; uso en establecimientos de salud en general; cultivo acuícola de moluscos filtradores; uso en piletas, piscinas y balnearios; uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos; uso en fuentes o piletas ornamentales en que exista riesgo de contacto del agua con las personas y cualquier otro uso que la autoridad sanitaria considere riesgoso para la salud.

El artículo 10º enumera los requisitos que deberá cumplir el peticionario de un proyecto de separación, tratamiento y reutilización de aguas grises y en el artículo 11º la ley señala la posibilidad de que las autoridades competentes podrán elaborar programas educativos y de capacitación sobre el sistema de reutilización de aguas grises, así como diseñar e implementar estrategias de comunicación y sensibilización en la materia. Este punto es fundamental para promover un cambio cultural y una aceptación generalizada de la ciudadanía por reutilizar las aguas grises en el largo plazo.

En caso de incumplimiento de esta ley o de la Ley General de Servicios Sanitarios, el artículo 12º establece que se aplicarán las sanciones administrativas que este cuerpo legal o el Libro X del Código Sanitario contemplan, sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal a que haya lugar por los daños de cualquier naturaleza provocados por el sistema de reutilización de aguas grises. Corresponderá a la autoridad sanitaria y a la

Superintendencia de Servicios Sanitarios, dentro de sus respectivas competencias, la fiscalización de las disposiciones que comprende la presente ley.

A través del artículo 13º, modifica la normativa que regula la fijación de tarifas de los servicios de agua potable y de alcantarillado de aguas servidas, con el propósito de que se considere en la determinación de las tarifas el menor costo que se derive de los procesos de reutilización de aguas.

Finalmente, en el artículo 14º indica que La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones establecerá las edificaciones en que será obligatorio contar con sistemas de reutilización de aguas grises. Dicha determinación tendrá por finalidad asegurar la utilización eficiente de los recursos hídricos en estos proyectos y se hará en consideración a la ubicación geográfica, déficit de recursos hídricos, carga de ocupación o uso potencial de agua⁶⁰.

3.3 PROYECTO DE REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS BÁSICAS PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES Y ANÁLISIS PARA SU IMPLEMENTACIÓN A NIVEL RESIDENCIAL

La primera propuesta del Reglamento de Reutilización de Aguas Grises elaborado por el Ministerio de Salud, data del año 2013 y *“sólo considera la reutilización de aguas grises en sistemas domiciliarios, es decir, la reutilización debe realizarse dentro de la misma propiedad donde se generan las aguas grises, independiente de si la instalación es de carácter público o particular”*⁶¹. A fines del 2013 se conforma una Mesa de Trabajo Intersectorial integrada por representantes del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), Dirección General de Agua (DGA) y profesionales del Ministerio de Salud, que elaboran una nueva propuesta puesta

⁶⁰ El Ministerio de Vivienda y Urbanismo a través de su División de Desarrollo Urbano ha elaborado la respectiva modificación a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, conforme a lo que señala la Ley N° 21.075. Dicha modificación corresponde al Decreto N° 10 de 2019 ingresado a Contraloría General de la República (CGR) y a la fecha se encuentra en trámite de Toma de Razón. Conforme a lo dispuesto por esta ley, los principales objetivos de esta modificación son: a) Determinación de las edificaciones que deben contar con sistemas de reutilización de aguas grises, en consideración a la ubicación geográfica, déficit de recursos hídricos, carga de ocupación y/o uso potencial del agua; para los efectos de propender a la utilización eficiente de los recursos hídricos en las edificaciones, especialmente de aquellas emplazadas en el norte del país; b) Reglamentar las condiciones de emplazamiento y características generales de diseño de las plantas de tratamiento de los sistemas de reutilización de aguas grises que se incorporen en proyectos de edificación y/o proyectos de loteo; c) Establecer los requisitos que los proyectos que contemplen sistemas de reutilización de aguas grises deberán considerar para los efectos de la obtención de permisos de edificación y/o loteo y las respectivas recepciones definitivas y d) Definir la entrada en vigencia de esta normativa que, a su vez, debe coordinarse con el Reglamento que dictará el Ministerio de Salud, señalado en el artículo 3 de la Ley N° 21.075.

⁶¹ ASOCIACIÓN INTERAMERICANA DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL (AIDIS – Chile). Aguas Grises: un recurso latente. Julio 2017. N°54. Disponible en URL <<http://www.aidis.cl/wp-content/uploads/2016/10/REVISTA-AIDIS-2017-.pdf>> [consulta: 20 enero 2019].

a consulta pública a fines del año 2015, recibiendo más de 150 observaciones ciudadanas. Según consta en Acta Sesión Ordinaria 1/2018 del Ministerio de Medio Ambiente, la versión final del documento es presentado para aprobación del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, órgano que se pronuncia favorablemente y propone a S.E. Presidenta de la República el referido reglamento para su aprobación y posterior oficialización mediante Decreto Supremo expedido a través del Ministerio de Salud⁶².

Mediante D.S. N°5/2018 del Ministerio de Salud el proyecto de Reglamento es ingresado a la Contraloría General de la República (CGR), organismo que no da curso al decreto por no ajustarse a derecho⁶³ y a la fecha aún no se registra por parte de MINSAL un nuevo ingreso con versión corregida que resuelva las observaciones de la CGR.

La estructura del Reglamento propuesto se compone de VI Títulos y Título Final, como se resume en Tabla siguiente.

TABLA 7 RESUMEN ESTRUCTURA Y CONTENIDO PROPUESTA REGLAMENTO AGUAS GRISES

Título	Artículos	Resumen Contenido
TITULO I. Disposiciones generales	1° al 8°	<p>1° y 2° condiciones sanitarias para el diseño y operación de sistemas dentro y fuera de las áreas concesionadas. Aprobación y fiscalización le corresponde a la Autoridad Sanitaria, Secretarías Regionales Ministeriales de Salud.</p> <p>3° Propietario del inmueble y en caso de edificios del representante de los copropietarios responsables de cumplir con las disposiciones del reglamento.</p> <p>4° Definiciones de los conceptos utilizados: aguas grises y negras, riego subsuperficial y superficial y sistema de reutilización de aguas grises domiciliarios y colectivos, entre otros.</p> <p>5° Todo sistema de reutilización deberá ser diseñado por un ingeniero civil o profesional habilitado. La construcción es ejecutada por constructores o profesionales del sector. El proyecto deberá ingresar al SEIA si así lo amerita.</p> <p>6° a 8° Contenidos para la presentación del proyecto (memoria técnica y planos, volumen de aguas grises generadas y requerida, manual operación, etc.). Proyectos deben ser aprobados por la Autoridad Sanitaria y autorizada su entrada en funcionamiento y diseño debe minimizar la exposición de la población a las aguas grises, evitando olores molestos y escurrimientos no deseados.</p>

⁶² Acuerdo N°2/2018 MMA.

⁶³ Según versa en Dictamen CGR N°11397 del 4 de mayo del 2018

<p>TITULO II. Del diseño</p>	<p>9° al 21°</p>	<p>9° a 11° El sistema debe contemplar descarga de aguas al alcantarillado domiciliario, para labores de limpieza, por emergencias, no uso u otro. Descargas deben ser gravitacionales preferentemente e impedir el ingreso de aguas negras a la red de aguas grises.</p> <p>12° a 14° Sistema aguas grises independiente del sistema de agua potable y de aguas lluvias. Tuberías de conducción de color morado. Tuberías de aguas grises siempre bajo las de agua potable y sobre las de aguas negras.</p> <p>15° Sistema podrá contemplar estanque de homogeneización para amortiguar variaciones de caudal durante 24 hr. No es posible almacenar aguas grises sin tratamiento</p> <p>16° Planta de tratamiento y estanque de almacenamiento deberán contar con barreras físicas para evitar acceso de niños, mascotas y personas no autorizadas. Estanques de almacenamiento señalizados CONTIENE AGUAS GRISES – AGUA NO POTABLE</p> <p>17° a 18°: Puntos de distribución de aguas grises como válvulas de riego ubicada en casetas cerradas y señalizadas junto a inodoros y urinarios con letreros que indiquen: USO DE AGUAS GRISES TRATADAS – AGUA NO POTABLE e INODORES Y URINARIOS FUNCIONAN CON AGUAS GRISES TRATADAS – AGUA NO POTABLE.</p> <p>19° Condiciones para el almacenamiento: capacidad acorde a la demanda, estanques con tapa, ventilación, rebosadero y desagüe, suministro de agua potable para limpieza y completar volúmenes de agua de la demanda.</p> <p>20° y 21° Riego subsuperficial con profundidad mínima de 15 cm. Determinar demanda de agua de riego para evitar saturación del terreno. Tiempo máximo de almacenamiento de aguas grises tratadas: 48 hr.</p>
<p>TITULO III. De la operación</p>	<p>22° al 28°</p>	<p>22° Contenidos del Manual de Operación: procedimientos para la operación del sistema, definición de parámetros de control, mantención preventiva, resolución de problemas frecuentes, plan de contingencias y otros según sean proyectos de viviendas individuales u otro tipo de instalaciones.</p> <p>23° Contenidos para la capacitación de los operadores, requisitos para su aprobación y acreditación ante la autoridad sanitaria.</p> <p>24° a 26° Frecuencia mínima de limpieza de estanques de almacenamiento, 1 año. Prohibición de verter sustancias extrañas que deterioren la calidad de las aguas grises. En el riego evitar la inundación de terrenos.</p> <p>27° y 28° Vaciado del sistema de tratamiento por detenciones superiores a las 48 hr., excepto sistemas</p>

		biológicos que deberán mantenerse con aireación. Lodos generados deberán eliminarse a través del alcantarillado.
TITULO IV. Del reúso y la calidad de las aguas grises tratadas	29° al 38°	<p>29°, 30 y 31° Usos permitidos: Urbanos, Recreativos, Ornamentales e Industriales. La calidad a cumplirse será determinada por nivel de exposición de las personas y uso previsto. El sistema de tratamiento acorde al origen y calidad de las aguas.</p> <p>32° Riego de jardines de viviendas individuales sólo se podrá utilizar aguas grises de lavamanos, tinas y duchas.</p> <p>33° a 34°. Criterios de calidad para cada uso definidos. Regula parámetros de demanda de oxígeno (DBO5), material particulado (SST), excretas (CF), Turbiedad y cloro residual (CLR). En el caso de uso industrial y usos ambientales, la Autoridad Sanitaria establecerá las condiciones tal que las aguas grises no pongan en riesgo la salud de los trabajadores y entorno.</p> <p>35 a 38° Respecto al riego áreas recreativas regadas con aguas grises señalizadas y realizar actividades de riego sin público y sin trabajadores. Áreas verdes ornamentales cerradas al público. Prohibido utilizar riego por aspersión.</p>
TITULO V. Del monitoreo y control	39° al 42°	<p>39° a 41° Todo sistema debe contar con registro y seguimiento de los resultados de autocontrol de calidad del efluente, con excepción de las viviendas individuales. Sistemas que produzcan más de 14 m³/día de aguas grises deben realizar muestreo compuesto de aguas grises con una frecuencia mensual. Para caudales iguales o menores que 14 m³/día, muestreo puntual con frecuencia trimestral.</p> <p>Mediciones diarias de cloro libre residual y en viviendas individuales frecuencia semanal.</p> <p>42° El muestreo y análisis deberán realizarse a través de laboratorios acreditados en el INN. Metodologías de análisis de acuerdo a NCh y Standard Method.</p>
TITULO VI. De las sanciones y procedimientos	43°	43° Incumplimientos sancionados por la Autoridad Sanitaria regional conforme a las disposiciones del Código Sanitario, libro décimo
TITULO FINAL	Final	Entrada en vigencia 180 días después de su publicación en el diario oficial.

Fuente: Elaboración propia en base a MINSAL, 2018

Sin conocer aún los ajustes que pueda incluir la nueva versión del Reglamento, existen criterios y principios comunes en las legislaciones australianas y norteamericanas (definición; usos permitidos; calidad del efluente requerido; tipos de sistemas a implementar; autorización de las instalaciones; medidas de protección; mantenimiento y operación; monitoreo y control) que deberían tenerse en cuenta en la construcción del

marco normativo nacional para impulsar el uso eficiente del recurso hídrico por parte de la ciudadanía que efectúen tratamiento *in situ* y que son analizados de manera comparada a continuación.

3.3.1 DEFINICIÓN

Analizar la definición jurídica de las aguas grises permite conocer el rango de acción o volumen de agua (flujos de materiales) disponibles para el futuro tratamiento como también facilita el entendimiento y por tanto la educación de la comunidad para que este tipo de agua pueda reciclarse de manera segura y sostenible en sus viviendas (Tabla 8).

Existe consenso de que las aguas grises son aguas residuales domésticas no tratadas que generalmente contienen concentraciones no significativas de excrementos y que provienen de la *cocina, ducha, lavamanos y/o lavadora*. Y dependerá de su origen para que puedan entenderse como fácilmente “utilizables” (aguas grises ligeramente contaminadas) de aquellas “no utilizables” (aguas grises muy contaminadas) para los distintos usos autorizados.

Australia mantiene la definición dada por la OMS excluyendo explícitamente las aguas provenientes de los inodoros y reconociendo una distinción respecto a las aguas generadas en la cocina⁶⁴. Los Estados deciden si incluyen este tipo de agua para su uso posterior a nivel residencial ante la posibilidad de contener altos niveles de restos de comida y otras partículas y desechos indeseables, que afectan la calidad de las aguas grises y por tanto requieren un tratamiento significativo y obligatorio para su reutilización. Si bien todos los estados en sus normativas incluyen las aguas provenientes de la cocina en la definición de aguas grises, el Código de Western Australia, especifica que las aguas grises provenientes de la cocina al tener una contaminación mayor no se deben reutilizar a través de dispositivos manuales o dispositivos de desviación de aguas grises. Se pueden reutilizar si se trata con un sistema de tratamiento de agua gris que haya sido aprobado⁶⁵.

⁶⁴ AUSTRALIAN GOVERNMENT - AUS. Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council & Australian Health Ministers' Conference. *National guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks*. Canberra, Australia. 2006. 415p. ISBN 1-921173-06-8 [en línea] <<https://www.waterquality.gov.au/guidelines/recycled-water>>, [consulta: 12 agosto 2018].

⁶⁵ WESTERN AUSTRALIA GOVERNMENT - WA, *Code of practice for the reuse of greywater in Western Australia*. 2010. 59p [en línea] <<https://ablis.business.gov.au/service/wa/code-of-practice-for-the-reuse-of-greywater-in-western-australia-2010/37194>>, [consulta: 25 junio 2019].

Por su parte en Estados Unidos, los estados que cuentan con legislaciones en el reúso de aguas grises *in situ* a nivel residencial con enfoque escalonado, excluyen aquellas aguas residuales de la cocina provenientes de los lavaplatos o los lavavajillas, especialmente los fregaderos de cocina con unidades de eliminación de basura por la posibilidad de que aumenten los riesgos para la salud relacionados con la materia orgánica comúnmente asociada a la preparación de alimentos y a la cocción de los mismos. Washington por su parte si incluye las aguas provenientes de la cocina, distinguiéndolas como aguas grises oscuras⁶⁶.

Chile siguiendo la tendencia de clasificar por origen, entiende las aguas grises como aquellas aguas servidas domésticas residuales provenientes de las tinajas de baño, duchas, lavaderos, lavatorios y otros⁶⁷, excluyendo por tanto aquellas provenientes de la cocina ya sea del lavavajillas y lavaplatos. El futuro Reglamento reitera lo indicado por la Ley y explicita que se podrán utilizar aguas grises en el riesgo de jardines de viviendas individuales, sólo aquellas generadas en lavamanos, tinajas y duchas⁶⁸. Una de las primeras diferencias observadas con las legislaciones comparadas, es que el modelo nacional no precisa sobre aquellas aguas grises generadas en la lavadora, sin embargo, pueden ser entendidas similares a las producidas en lavaderos y en último caso cabrían en la categoría “Otros” de la Ley ya que no son aguas negras y podría ser interpretable el grado de contaminación fecal que tendrían estas aguas producidas en la lavadora. Otra diferencia es el hecho que no profundiza en una subclasificación de las aguas grises dada por su origen y por tanto nivel de concentración de patógenos.

TABLA 8 EJEMPLO DEFINICIONES AGUAS GRISES

Fuente	Definición
<p><i>Australia Guidelines for Water Recycling: Managing Health and Environmental Risks (Phase 1), 2006</i></p>	<p>Las aguas grises son las que proceden de los desagües de la cocina, la lavandería y el baño, pero no de los retretes (nota: algunas directrices excluyen el agua de la cocina porque puede contener altos niveles de restos de comida y otras partículas y desechos indeseables). Las aguas grises pueden contener orina y heces del lavado de pañales y de la ducha, así como restos de cocina, tierra, pelo, detergentes, productos de limpieza, productos de cuidado personal, protectores solares, grasas y aceites. Los productos de limpieza que se descargan en las aguas grises pueden contener</p>

⁶⁶ WASHINGTON STATE. Chapter 246-274 WAC - Greywater Reuse for Subsurface Irrigation, 2012. 17p. Disponible en URL < <https://apps.leg.wa.gov/wac/default.aspx?cite=246-274>>, [consulta: 30 junio 2019].

⁶⁷ Artículo 2 letra a) Ley 21.075/2018 Ministerio de Obras Públicas, Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises

⁶⁸ Artículo 32 Proyecto de Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises

	<p>boro y fosfatos, y el agua suele ser alcalina y salina, todo lo cual plantea riesgos potenciales para el medio ambiente receptor. La calidad de las aguas grises puede verse afectada por la eliminación inadecuada de los desechos domésticos.</p>
<p>Code of Practice – Onsite Wastewater Management Victoria, 2016</p>	<p>Aquellas provenientes de la ducha, del baño, de los lavabos, de la lavadora, de la lavandería y de la cocina (también llamadas aguas residuales).</p>
<p>Queensland Plumbing and Wastewater Code, 2019</p>	<p>Agua residual proveniente de la tina, lavamano, cocina, lavandería o ducha, estén o no contaminadas con desechos humanos.</p>
<p>Code of Practice for the Reuse of Greywater in Western Australia 2010</p>	<p>Agua residual proveniente de la ducha, la bañera, las lavadoras, los lavaderos y lavamanos. Excluye específicamente todas las aguas residuales de la cocina e inodoros, incluidas las máquinas de lavar platos.</p>
<p>SouthAustralia On-site Wastewater Systems Code, 2013</p>	<p>Las aguas residuales domésticas de los baños, duchas, lavamanos, lavaderos y fregaderos/lavaplatos de la cocina, excluyendo específicamente los desechos de los inodoros y urinarios.</p>
<p>Arizona Administrative Code, R18-9-701 (2001)</p>	<p>Las aguas residuales recogidas por separado de un flujo de aguas residuales que se originan en una lavadora de ropa, una bañera, una ducha y un fregadero, pero no incluye las aguas residuales de un fregadero de cocina, un lavavajillas o un inodoro.</p>
<p>California Plumbing Code 2016</p>	<p>Las aguas grises son aguas residuales no tratadas que no han sido contaminadas por ninguna descarga de inodoro, no han sido afectadas por desechos corporales infecciosos, contaminados o insalubres, y no presentan una amenaza de contaminación por desechos de procesamiento, fabricación u operación insalubres. Las aguas grises incluyen, pero no se limitan a las aguas residuales de las tinas, duchas, lavamanos, lavadoras de ropa y lavandería, pero no incluyen las aguas residuales de los fregaderos de cocina o los lavavajillas</p>
<p>Washington Administrative Code Chapter 246-274 Greywater Reuse for Subsurface Irrigation</p>	<p>Por “aguas grises” se entiende los flujos de tipo doméstico procedentes de bañeras, duchas, lavamanos, lavadoras, lavavajillas y fregaderos de cocina o de servicios públicos. Las aguas grises no incluyen el flujo de un inodoro u orinal.</p> <p>(a) “Aguas grises claras” significa flujos de bañeras, duchas, lavabos, lavadoras y lavaderos.</p> <p>b) Por “aguas grises oscuras” se entienden las corrientes procedentes de los lavavajillas, los fregaderos de la cocina y los lavaderos de servicios públicos, solos o en combinación con aguas grises claras.</p>
<p>Ley 21.075 Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Chile</p>	<p>Aguas servidas domésticas residuales provenientes de las tinas de baño, duchas, lavaderos, lavatorios y otros, excluyendo las aguas negras.</p>

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3.2 USOS PERMITIDOS Y FLUJOS DE AGUA

A nivel residencial se advierte consenso en Australia y Estados Unidos que el destino predilecto para usar las aguas grises que son tratadas *in situ* es del tipo urbano y las restricciones de su uso es para actividades que pongan en riesgo la salud de la población como es el consumo humano directo, el riego de frutas y hortalizas que crecen a ras de suelo y suelen ser consumidas crudas por las personas, o que sirvan de alimento a animales que pueden transmitir afecciones a la comunidad.

Los distintos códigos o normativas de los estados australianos buscan promover la reutilización aceptable de aguas grises a largo plazo e impulsar la conservación y calidad de los suministros de agua subterránea y superficial sin comprometer la salud pública y el medio ambiente. En este contexto, se permite a las viviendas residenciales individuales y múltiples, independiente si estén o no conectadas a un sistema de servicio de alcantarillado, segregar *in situ* sus aguas residuales domésticas (en sus componentes de aguas grises y negras) y reutilizar sus aguas grises en usos urbanos, mayoritariamente el riego de plantas, jardín y césped, recarga de inodoros y suministro de agua fría para la lavadora, dependiendo del tipo de tratamiento efectuado y el flujo de aguas generado. El criterio predominante es que cada método de tratamiento tiene diferentes usos finales permitidos y requisitos de aprobación, como se ejemplifica en tabla siguiente para el estado de Tasmania.

TABLA 9 REÚSO Y TRATAMIENTO DE AGUAS GRISAS DOMÉSTICAS EN TASMANIA

Use	Tertiary Treated (Level 1)	Secondary treated (Level 2)	Secondary treated (Level 3)	Greywater diversion	Manual bucketing
Lawn watering (sub-surface)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>
Lawn watering (spray irrigation designated fixed pop up sprinklers)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irrigation (covered surface drip)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Watering garden plants	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Watering fruit and vegetables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toilet or urinal flushing**	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cold water supply to automatic clothes washing machine**	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

* must use appropriate sub-surface irrigation pipes for greywater that has only been screened not treated

** greywater supply pipes and fittings must be lilac recycled water to prevent cross connections

Fuente: *Guide to Domestic Greywater Re-use, Tasmania Government, 2017.*

En cuanto a los flujos de aguas grises a tratar, cada regulación estatal establece los límites a aplicar sobre los sistemas de gestión de aguas residuales *in situ*. El Código de Victoria⁶⁹ rige en todos los tipos de sistemas de aguas residuales en sitio que tratan hasta un flujo máximo diario de 5000 litros generados en viviendas domésticas, múltiples y/o comerciales. Western Australia también fija el límite en 5000 litros por día para viviendas múltiples y locales comerciales pero se diferencia al no limitar a las viviendas residenciales individuales que estén conectadas al sistema de alcantarillado municipal. South Australia en cambio establece que la capacidad mínima y máxima de los sistemas

⁶⁹ VICTORIA STATE GOVERNMENT. Environment Protection Authority Victoria. *Code of Practice – Onsite Wastewater Management Victoria*, 2016. 72p [en línea] <<https://www.epa.vic.gov.au/about-epa/publications/891-4>>, [consulta: 30 junio 2019].

de aguas residuales *in situ* para las viviendas residenciales es de seis y cuarenta personas equivalentes (EP)⁷⁰.

En el caso de Arizona en Estados Unidos y los estados que han fomentado la reutilización de las aguas grises por medio de legislaciones basadas en análisis de riesgos al igual que Australia, el uso autorizado más extendido a nivel residencial es el riego de plantas, jardines y césped, ya sea superficial o subterráneo dependiendo del sistema de tratamiento utilizado y condicionado a los volúmenes generados. Arizona solo autoriza usar las aguas grises a nivel residencial para el riego del jardín cuando los flujos de generación diarios son menores a 400 *gpd*, es decir 1500 litros y en Nuevo México son 250 *gpd*, es decir 950 litros por día⁷¹. Dicho riego debe realizarse dentro de los límites de la propiedad y la cantidad de aguas grises que puede aplicarse no debe ser mayor que la que puede ser absorbida por las plantas y la pérdida por evaporación. En el caso de Washington, las aguas grises utilizadas para el riego subsuperficial sólo pueden aplicarse durante el período vegetativo, los sistemas de riego diseñados e instalados están destinados a un uso temporal y estacional y el límite residencial de generación es 350 *gpd*, aproximadamente 1300 litros por día.

Nuestro país ha autorizado reutilizar las aguas grises en usos previstos del tipo urbano, recreativo, ornamental, industrial y ambiental⁷², prohibiendo expresamente utilizarla para consumo humano, procesos productivos de la industria alimenticia, cultivo acuícola de moluscos filtradores, uso en pileta, piscina y balnearios, uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos, uso en fuentes o piletas ornamentales en que exista riesgo de contacto del agua con las personas y cualquier otro uso que la autoridad sanitaria considere riesgoso para la salud⁷³. En particular, el futuro Reglamento refrenda lo señalado en el artículo 8 de la Ley, ejemplificando en el artículo 30 lo que se entenderá por uso urbano, recreativo, ornamental e industrial, excluyendo el uso ambiental. Adicionalmente y en particular para el aspecto residencial, el artículo 32^o contempla en el caso de las viviendas particulares que podrán usar agua gris para el riego de jardín solo

⁷⁰ SOUTH AUSTRALIA GOVERNMENT. *SouthAustralia On-site Wastewater Systems Code*, 2013. 72p Disponible en URL< <https://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/public+content/sa+health+internet/about+us/legislation/wastewater+legislation>>, [consulta: 30 junio 2019].

⁷¹ NEW MEXICO STATE. New Mexico Gray Water Reuse Rules Sections 809 and 810 of 20.7.3 NMAC. 2003

⁷² Artículo 8 Ley 21.075/2018 Ministerio de Obras Públicas, Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises

⁷³ Artículo 9 Ley 21.075/2018 Ministerio de Obras Públicas, Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises

la generada en lavamanos, tinas y duchas, restando la que proviene de la lavadora, importante generador de flujo. En cuanto a los volúmenes autorizados para la instalación de sistemas de reutilización de aguas grises domiciliarios o domiciliarios colectivos, a diferencia de las normativas comparadas no especifica una cantidad límite mínima o máxima, los sistemas se diseñan y dimensionan según el volumen de aguas grises calculado a generar en cada vivienda.

3.3.3 CALIDAD DEL EFLUENTE REQUERIDO

Aún cuando las aguas grises son relativamente benignas en términos biológicos y químicos comparado con las aguas residuales, las concentraciones de peligros microbianos y químicos varían en una amplia gama, detectando en los peores casos, concentraciones de microorganismos fecales casi tan altas como las que se encuentran en las aguas servidas como para suponer un riesgo para la salud de la población (Australia, 2006). La calidad microbiana dependerá de la cantidad de materia fecal que entra en las aguas grises por actividades como el lavado de pañales u otros tipos de ropa sucia y a su vez, la calidad química dependerá de la naturaleza de los detergentes, champús, jabones y limpiadores domésticos utilizados, y de los productos que pueden ser descargados de forma inapropiada, como el aceite, la grasa, los productos químicos de jardinería y los disolventes. Por lo anterior, la variación de las concentraciones bioquímicas depende del comportamiento humano y del control individual de los materiales vertidos.

Dado que no es posible asegurar el vertimiento de materiales altamente contaminantes por parte de los usuarios, en general las autoridades sanitarias y/o ambientales han establecido parámetros y concentraciones mínimas a las aguas grises tratada a ser exigidos en el punto de uso según el tipo de destino.

A nivel nacional, el Ministerio de Salud ha fijado los requisitos sanitarios a los distintos usos dispuestos en la ley⁷⁴ considerando como criterio base el nivel de exposición de las personas a las aguas grises tratadas. Los usos urbanos, recreativos y ornamentales deben cumplir límites máximos para ciertos parámetros establecidos en el artículo 33 del futuro Reglamento (Tabla 10). Por su parte, para la utilización de las aguas grises tratadas

⁷⁴ Con excepción de los requisitos sanitarios para el uso ambiental, que no han sido explicitado en el Reglamento. Ha de suponerse que reglamentar la calidad del efluente para el tipo de uso ambiental es potestad del Ministerio de Medio Ambiente y es por esto que la autoridad sanitaria no incluye requisitos específicos.

en usos industriales y ambientales, la Autoridad Sanitaria fijará posteriormente las condiciones que deberán cumplir los sistemas de reutilización.

TABLA 10 REQUISITOS DE CALIDAD DE AGUAS GRISES POR TIPO DE USO

Parámetro	Unidad	Urbano	Recreativo		Ornamental
		Límite máximo	Límite máximo (Riego superficial)	Límite máximo (Riego subsuperficial)	Límite máximo
DBO5	mg/l	10	30	240	70
SST	mg/l	10	30	140	70
CF	UCF/100ml	10	200	1000	1000
Turbiedad	UNT	5	10	----	30
Cloro libre residual	mg/l	$0,5 \leq x \leq 2$	$0,5 \leq x < 2$	----	----

Fuente: Proyecto de Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises. MINSAL, 2018

En comparación con Australia, la calidad del efluente exigido se asocia al uso final del agua reciclada, el que está a su vez está vinculado con el nivel de tratamiento efectuado. Cuanto mayor sea el nivel de tratamiento, mayor es la calidad del efluente y por tanto más opciones de reuso se tendrá. Un menor grado de tratamiento resultará en agua apta y autorizada para riego de plantas, jardines y césped y una mayor calidad para recarga de inodoros y suministro de agua fría para la lavadora.

Los sistemas de tratamiento de aguas grises comercializados en Australia, además de cumplir con criterios de diseño y construcción para su certificación, deben asegurar un estándar del efluente para autorizar su instalación⁷⁵. Los criterios de prueba para la certificación de los sistemas de tratamiento *in situ* consideran muestras de DBO₅, TKN, SST, nitrógeno total, fosfato total y coliformes termotolerantes cuando el efluente tratado vaya a utilizarse para el riego (incluido el riego por goteo, el riego subterráneo y la aplicación en zanjas), recarga de inodoros y urinarios y cómo suministro de agua fría para las lavadoras. Los parámetros exigidos a las aguas grises se resumen a continuación:

- Tratamiento Terciario (nivel 1): las aguas residuales cumplen con una calidad de efluente 10/10/1. Es decir <10 mg/L de DBO₅, <10 mg/L de sólidos en suspensión

⁷⁵ Para esto deben dar cumplimiento a los parámetros indicados en la Tabla 2.1 de los AS/NZS 1546.4 *On-site domestic wastewater treatment units, Part 4: Domestic greywater treatment systems*

y E. coli <1 ufc/100 mL. Las aguas grises de esta calidad pueden ser utilizadas como suministro de agua fría para la lavadora, recarga de urinario e inodoro y para riego, sea subterráneo o superficial.

- Tratamiento Secundario (nivel 2): indica una calidad de efluente 10/10/10. Es decir <10 mg/L de DBO5, <10 mg/L de sólidos suspendidos y E. coli <10 ufc/100 mL. Las aguas grises de esta calidad pueden ser utilizada para la recarga de inodoros y riego de jardines y plantas por goteo y superficial.
- Tratamiento Secundario (nivel 3): norma de calidad del agua que indica una calidad de efluente 20/30/10. Esto corresponde a <20 mg/L de DBO5, <30 mg/L de sólidos suspendidos y E. coli <10 ufc/100 mL. Los efluentes sólo pueden ser utilizados en riego subterráneo de césped y jardines y plantas ornamentales.

Adicionalmente, las directrices estatales australianas enfocan el esfuerzo en controlar las fuentes como medida preventiva útil para reducir el riesgo en la salud de la población o una calidad aceptable para el posterior uso de las aguas grises en el medio ambiente. Este esfuerzo incluye asesoramiento continuo en forma de educación y material didáctico para los propietarios de sistemas *in situ* sobre los materiales y productos que deben mantenerse fuera de los sistemas de recolección de aguas grises, como también mecanismos de vigilancia para asegurar que se mantengan las medidas preventivas aplicadas en el punto de descarga a los sistemas de aguas grises.

En el caso de Estados Unidos, en términos generales se ha adoptado la *NSF/ANSI*⁷⁶ *Standard 350 Onsite Residential and Commercial Water Reuse Treatment Systems* y la *NSF/ANSI Standard 350-1 Onsite Residential and Commercial Graywater Treatment Systems for Subsurface Discharge*. Estos estándares proporcionan métodos detallados de evaluación, especificaciones de productos y criterios relacionados con los materiales, el diseño y la construcción de los sistemas de tratamiento, el rendimiento y la calidad de los efluentes. Los usos finales apropiados para el agua recuperada de estos sistemas incluyen la recarga de inodoros y el riego de superficie.

⁷⁶ *National Sanitation Foundation – NSF*, organización mundial independiente de salud pública y medio ambiente, fundada en 1994 en Estados Unidos y el *American National Standards Institute –ANSI*, organización privada sin fines de lucro fundada en 1918 dedicada a apoyar la creación de estándares voluntarios y sistemas de evaluación de la conformidad de calidad resguardando su integridad.

El estándar *NSF/ANSI 350* es para sistemas de tratamiento de aguas grises residenciales con una capacidad de tratamiento nominal de hasta 1.500 *gpd* (5700 l/d). Los parámetros exigidos en la Norma 350 (Tabla 11) se aplican de manera consistente a todos los sistemas de tratamiento, sean viviendas individuales o colectivas e instalaciones comerciales, independientemente de su tamaño, aplicación o calidad del agua generada.

TABLA 11 RESUMEN DE LOS CRITERIOS DE EFLUENTES ESTÁNDAR 350 ANSI/NFS

Parameter	Class R		Class C	
	Test Average	Single Sample Maximum	Test Average	Single Sample Maximum
CBOD ₅ (mg/L)	10	25	10	25
TSS (mg/L)	10	30	10	30
Turbidity (NTU)	5	10	2	5
E. coli ² (MPN/100 mL)	14	240	2.2	200
pH (SU)	6.0 – 9.0	NA ¹	6.0 – 9.0	NA
Storage vessel disinfection (mg/L) ³	≥ 0.5 – ≤ 2.5	NA	≥ 0.5 – ≤ 2.5	NA
Color	MR ⁴	NA	MR	NA
Odor	Nonoffensive	NA	Nonoffensive	NA
Oily film and foam	Nondetectable	Nondetectable	Nondetectable	Nondetectable
Energy consumption	MR	NA	MR	NA

- ¹ NA: not applicable
² Calculated as geometric mean
³ As total chlorine; other disinfectants can be used
⁴ MR: Measured reported only

Fuente: *Guidelines for Water Reuse. EPA, USA. 2012*

Los sistemas de tratamiento de aguas grises que buscan certificación a través de la Norma 350-1 de ANSI/NSF para la descarga subterránea, deben cumplir con los parámetros exigidos en la tabla siguiente.

TABLA 12 RESUMEN DE LOS CRITERIOS PARA LA DESCARGA SUBTERRÁNEA ESTÁNDAR 350-1 ANSI/NFS

Parameter	Test Average
CBOD ₅ (mg/L)	25 mg/L
TSS (mg/L)	30 mg/L
pH (SU)	6.0 – 9.0
Color	MR ¹
Odor	Non-offensive
Oily film and foam	Non-detectable
Energy consumption	MR

¹MR: Measured reported only.

Fuente: *Guidelines for Water Reuse. EPA, USA. 2012*

3.3.4 TIPOS DE SISTEMAS A IMPLEMENTAR

Uno de los aspectos claves y diferenciadores del modelo australiano es la posibilidad que se le da a los propietarios de viviendas residenciales de optar a diferentes sistemas de tratamiento de las aguas grises según el nivel de complejidad técnica. Y conforme a la opción escogida, es el tipo de uso que se le puede dar al agua, los requisitos a cumplir y autorizaciones a solicitar por el propietario.

Las opciones pueden ser tan simples, como recoger el agua de la ducha en un balde y utilizarla para regar las plantas, que difícilmente se le puede llamar “sistema” o ser tan complejo que resulta completamente impracticable y costoso instalar para el propietario de la casa. El objetivo es encontrar el nivel de sistema que aproveche al máximo las aguas grises mientras se minimizan los costos de la compra, instalación y mantenimiento del sistema.

Todos los estados australianos y los norteamericanos (que han legislado al respecto con un enfoque de 3 niveles) consideran válido 3 sistemas para el reuso de aguas grises en viviendas residenciales individuales, a saber:

- Almacenamiento manual en un balde
- Dispositivos de separación de aguas grises
- Sistemas de tratamiento de aguas grises

En el modelo de reciclaje de aguas grises norteamericano tanto el almacenamiento manual en un balde como los dispositivos de separación de aguas grises son métodos definidos y autorizados en los dos primeros escalones o niveles de tratamiento⁷⁷ y los sistemas de tratamiento de aguas grises se asemejan a la modalidad autorizada en el nivel tres⁷⁸. En todos los casos la instalación o construcción de estos sistemas requiere un permiso de la Autoridad.

⁷⁷ Para Arizona corresponde al *Type 1 Reclaimed Water General Permit for Gray Water*, en Washington es el *Tier One and Two Greywater System*, en Nuevo México se establecen en la *Section 74-6-2 NMSA 1978* y en California corresponde a los tipos *Clothes Washer System* y *Simple System*

⁷⁸ Esto es *Type 3 Reclaimed Water General Permit for Gray Water* para Arizona, el *Tier Three Greywater System* para Washington y *Complex System* según el Código de California.

3.3.4.1 ALMACENAMIENTO EN UN BALDE

Recoger manualmente en un balde o estanque el agua generada en la ducha y en la lavadora (especialmente aquella producida después del ciclo de enjuague) para utilizarla posteriormente en el riego de jardines, céspedes y plantas de maceta al aire libre, es una actividad permitida en la normativa comparada y no requiere la aprobación del gobierno local si éstas se reutilizan de conformidad con las directrices locales de cada estado, como por ejemplo:

- No almacenar más de 24 horas, ya que la calidad del agua se degrada y pueden emitirse olores molestos.
- Cualquier estanque de almacenamiento de aguas grises debe cubrirse para restringir el acceso y eliminar el hábitat de los mosquitos u otros vectores;
- No reutilizar las aguas grises en plantas que se comerán crudas o donde la fruta pueda caer al suelo y ser comida.
- No usar las aguas grises para lavar los caminos, las entradas o los automóviles.
- Reutilizar las aguas grises del jardín en varios lugares para evitar que se acumulen.
- Vigilar la respuesta de las plantas y del suelo al riego con estas aguas.

En términos generales, los distintos códigos o directrices de los estados australianos consideran el uso de los baldes una actividad de bajo riesgo porque el almacenamiento manual reutiliza volúmenes bajos de aguas grises que en general provienen de la ducha. En consecuencia, se asume que se aplicarán al suelo bajas cantidades de contaminantes, la capacidad de escorrentía a propiedades o vías fluviales vecinas es limitada y es improbable que el almacenamiento manual ocurra durante las temporadas de lluvias lo que reduce el riesgo de riego excesivo o de escorrentía.

3.3.4.2 DISPOSITIVOS DE SEPARACIÓN DE AGUAS GRISES

Los dispositivos de separación de aguas grises (*Greywater Divertion Devices -GDD, por su nombre en inglés*) desvían directamente las aguas grises de la lavadora o de la ducha hacia el jardín o al alcantarillado por medio de un válvula, interruptor o llave de activación manual, sin almacenamiento ni tratamiento. Existen de dos tipos:

- Gravedad *GDD*: Dispositivos apropiados para las propiedades donde la casa está a mayor altura que el jardín o la zona de césped. En estos sistemas, la gravedad proporciona la presión para mover el agua de la casa al sistema de riego.
- Bomba *GDD*: Se instala este tipo de dispositivo cuando el jardín o la zona de césped está en altura, lejos de la casa, o la zona es demasiado plana para que funcione un sistema de gravedad. Incluye una bomba para bombear agua desde el dispositivo hasta el área que se va a regar y un elemento de prevención de reflujos para evitar que las aguas grises vuelvan a la casa.

Los *GDD* se entienden como un sistema de reutilización productiva y no un sistema de eliminación de aguas grises generadas en la lavadora o ducha. Aplican las mismas recomendaciones establecidas para utilizar las aguas grises recogidas en un balde y en el caso que no puedan reutilizarse inmediatamente para el riego de las viviendas deben desviarse al alcantarillado.

Los propietarios de las residencias deben solicitar formalmente la aprobación – vía formulario – de la instalación de su *GDD*. Los requisitos comunes exigidos por las distintas directrices australianas incluyen que el dispositivo cuente con certificación técnica y su uso haya sido aprobado por la autoridad sanitaria. Dentro de las exigencias técnicas, el *GDD* debe contar con un rebosadero conectado automáticamente al alcantarillado o a un sistema particular de gestión de aguas residuales existente en el lugar que permita desviar las aguas grises cuando sea necesario (épocas de lluvia o situaciones de lavado de pañales) y ser instalados por un gasfiter certificado.

Las aguas grises de un *GDD* sólo deben ser reutilizadas en los jardines a través de riego subterráneo, es decir tuberías de irrigación enterrada al menos 10 cm por debajo de la superficie del suelo o del mantillo y dentro de los límites de la propiedad que se generan. Para reducir el riesgo de propagación de enfermedades en la población, no se permite su uso en los jardines comunes de locales comerciales o viviendas múltiples, incluidos las casas adosadas – estilo *town houses*- los conjuntos habitacionales o villas. En estos casos, sus ocupantes pueden utilizar únicamente las aguas grises para regar los jardines dentro de sus viviendas.

Uno de los énfasis establecidos en las distintas guías australianas, es apoyar comunicacionalmente el uso de los *GDD*, resaltando a los propietarios de las viviendas

que estos dispositivos deben ser entendidos como una llave de jardín⁷⁹. Es decir, la válvula sólo debe encenderse cuando el jardín necesite ser regado, en el resto de los casos debe estar apagado y así evitar el estancamiento o escorrentía a propiedades vecinas.

3.3.4.3 SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES

Un sistema de tratamiento de aguas grises (*Greywater Treatment Systems -GTS, por su nombre en inglés*) recoge y trata las aguas grises con una calidad superior al incluir métodos de tratamiento primario (en forma de trampa de grasa o una bolsa de malla antes de la bomba) para eliminar el pelo, la pelusa y las partículas gruesas; secundario (por ejemplo, de tipo disco) después de la bomba para eliminar las partículas más finas que podrían obstruir los emisores de la línea de riego por goteo, y desinfección (que puede ser aeróbica o mecánica). Algunos sistemas residenciales australianos son bastante avanzados y utilizan la desinfección por membrana seguida de un tratamiento posterior de desinfección por luz ultravioleta (UV)⁸⁰. En dichos casos las aguas grises pueden ser reutilizadas como suministro de agua fría de la lavadora.

De igual forma que un *GDD*, la instalación de un sistema de tratamiento de aguas grises debe contar con la aprobación de la autoridad local y el producto diseñarse y probarse de acuerdo con la norma *AS/NZS 1546.4*. Los *GTS* deben ser diseñados, instalados y mantenidos considerando dos premisas fundamentales: asegurar que el sistema cuenta con una fuente de respaldo adecuada en caso de que falle el suministro de aguas grises recicladas y que el *GTS* desvíe automáticamente las aguas grises no tratadas al alcantarillado o al sistema de tratamiento y disposición de aguas residuales del sitio si el sistema falla como resultado de un mal funcionamiento, bloqueo, taponamiento o un corte de energía, entre otros. Todos los trabajos de plomería deben ser realizados por un gasfiter autorizado de conformidad con la norma australiana *AS/NZS 3500:2003 National Plumbing and Drainage Codes* y un servicio autorizado realizar el mantenimiento regular.

⁷⁹ De acuerdo a datos de *WATER CONSERVATION ALLIANCE OF SOUTHERN ARIZONA -CASA. Greywater guidelines*, los costos de montaje e instalación de los sistemas tipo dispositivo de desviación de aguas grises variarán enormemente en un rango entre US\$135 a US\$1250 dólares en una vivienda existente que debe adaptarse. Dichos valores bajan aproximadamente a la mitad US\$65 a US\$650 dólares si es una vivienda nueva. Estos valores no incluyen los costos del sistema de riego. Disponible en URL <<http://watercasa.org/wordpress/>>, [consulta: 25 junio 2019].

⁸⁰ En términos globales el costo de un *GTS* con desinfección que permita su reutilización en el hogar puede costar entre AU\$6.000 y 15.000. Por su parte, la instalación de un desviador de aguas grises que incluya la gasfitería en el inodoro y la lavandería puede costar entre AU\$1.000 y 5.000. Valores publicados por la ONG *Greywater & Wastewater Industry Group*, grupo de profesionales de la industria del agua que se dedican al diseño, investigación, fabricación, instalación y mantenimiento de sistemas de tratamiento de aguas grises y aguas residuales.

El sistema debe operarse y mantenerse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y cualquier otro requisito establecido por la autoridad al momento de aprobar la instalación. A modo de ejemplo, Tasmania exige presentar un contrato de mantenimiento y South Australia instalar completamente el sistema de riego antes de utilizar el sistema de aguas grises⁸¹. Dado que las aguas grises son ideales para el riego, los fabricantes de *GTS* pueden hacer recomendaciones específicas al sistema a fin de asegurar un rendimiento adecuado dados los caudales de la bomba específica utilizada, incluyendo: el tipo de línea de goteo, la longitud de la línea de goteo entre el suministro y la descarga y la longitud total de la línea de goteo en el área de riego.

Para las residencias que cuentan con una instalación *in situ* para el tratamiento y eliminación de las aguas negras, el uso de un *GTS* no debe cambiar el diseño, la capacidad ni los requisitos del área de reserva de la instalación de tratamiento de aguas residuales de la vivienda, y debe garantizar que la instalación pueda manejar el flujo combinado de aguas negras y aguas grises si el sistema de aguas grises falla o no se utiliza completamente.

Particularmente, el código de Western Australia indica que para la reutilización de aguas grises a escala comunitaria en nuevos proyectos urbanos (edificios o casas), las inmobiliarias pueden incluir opciones de reutilización centralizada que recojan las aguas grises de las casas individuales, depuren en un sistema de tratamiento centralizado y distribuyan de nuevo para el riego de los jardines, opciones que deberán cumplir con:

- Requisitos de infraestructura: Se requieren dos juegos de tuberías adicionales, uno para recoger las aguas grises de los hogares y mantenerlas separadas de las aguas negras, y otro juego para canalizar las aguas grises tratadas de vuelta a los hogares.
- Usos previstos y demanda estimada: es decir calcular la cantidad de aguas grises disponibles para el uso previsto (aseo de los edificios o riego de pequeños espacios verdes *in situ*).
- Requisitos de tratamiento para garantizar que la calidad del agua sea adecuada para los usos previstos y requisitos de aprobación asociados.
- Gestión de los riesgos para la salud y el medio ambiente.

⁸¹ SOUTH AUSTRALIA GOVERNMENT. *SouthAustralia On-site Wastewater Systems Code*, 2013. 72p. Disponible en URL <<https://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/public+content/sa+health+internet/about+us/legislation/wastewater+legislation>>, [consulta: 30 junio 2019].

- Costo estimado de la infraestructura.
- Educación y asistencia a los hogares que utilizarán el sistema.
- Cuestiones de gobernanza relacionadas con la propiedad, el funcionamiento y la gestión del plan a largo plazo.

En nuestro país, a diferencia de lo señalado anteriormente, se ha optado por un enfoque uniforme en la aplicación de los sistemas de reúso de aguas grises, definidos como el 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 reglamentación⁸². Pormenoriza además que los sistemas de reutilización de aguas grises domiciliarios y domiciliarios colectivos son aquellos en que se aprovechan estas aguas al interior del inmueble o de un edificio o conjunto de edificaciones que conforman un condominio o comunidad en que se producen y tratan para los fines que se autorizan respectivamente.

Conforme a la definición, es presumible que los propietarios de viviendas residenciales individuales (y también colectivos) pueden implementar en sus inmuebles sistemas de reúso de aguas grises siempre que el sistema contemple una planta de tratamiento⁸³, descartando por tanto los sistemas más simples como son el almacenamiento en un balde o dispositivos de separación de aguas grises que no las tratan.

En cuanto a las opciones que tienen los propietarios, el Reglamento no especifica métodos de tratamientos específicos a emplear (primario, secundario, terciario y biológico), dejando a criterio de los profesionales competentes el diseño y construcción del sistema conforme las características del recinto y el uso final de reutilización escogido. A lo largo del Reglamento, se establecen requisitos generales de diseño a cumplir por el profesional que proyecta, detallados a continuación:

- Minimizar la exposición de la población a las aguas durante su conducción, tratamiento, almacenamiento y reutilización y contemplar las medidas necesarias

⁸² Artículo 2 letra m) Ley 21.075/2018 Ministerio de Obras Públicas, Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises.

⁸³ La Planta de Tratamiento es definida en la ley como las instalaciones y equipamiento destinados al proceso de depuración de éstas, con el objeto de alcanzar los estándares exigidos para su reutilización. Artículo 2 letra h) Ley 21.075/2018.

para evitar emanación de olores molestos y escurrimientos no controlados (artículo 8°);

- Contemplar descargas de aguas grises con y sin tratamiento a la red de alcantarillado domiciliaria, de preferencia gravitacionales, que sirvan de evacuación del sistema ante mantenciones o contingencias específicas (artículo 9° y 10°);
- Implementar dispositivos que eviten la entrada de aguas negras al sistema de aguas grises (artículo 11°);
- El sistema deberá ser totalmente independiente del sistema de agua potable y del sistema de recolección de aguas lluvias (artículo 12°);
- Las tuberías de aguas grises crudas y tratadas deberán ser de color morado (artículo 13°);
- Las cañerías de aguas grises deberán instalarse siempre bajo las tuberías de distribución de agua potable y sobre las tuberías de aguas negras (artículo 14°);
- Contemplar estanque de homogeneización, para amortiguar las variaciones de caudal y concentración que se producen en las aguas grises generadas durante el período de 24 horas. En ningún caso deberán almacenarse aguas grises sin tratamiento (artículo 15°); Adicionalmente, estos estanques deberán cumplir 5 requisitos: capacidad adecuada para mantener los volúmenes de agua requeridos para el correcto funcionamiento del sistema de reúso proyectado; contar con tapa que permita el cierre del estanque y evite el ingreso de insectos y roedores; estar provistos de ducto de ventilación protegido para evitar el ingreso de vectores como insectos y roedores; contar con un rebosadero y desagüe de fondo conectados a la red de alcantarillado; contar con suministro de agua potable para realizar las labores de limpieza y asegurar el volumen requerido para el uso previsto en el caso de inodoros y/o urinarios (artículo 19°).
- Proveer dispositivos de protección, tales como rejas, barreras, casetas, mallas u otros, para evitar el contacto de personas y de los animales (artículo 16°).
- Las válvulas de suministro de aguas grises tratadas de los sistemas de riego, deberán ubicarse en casetas cerradas con llave, para impedir el libre acceso de las personas ajenas a su operación (artículo 17°).
- El riego subsuperficial deberá contemplar una profundidad mínima de inyección del agua de 15 cm., medido desde la superficie del terreno y evitar en la superficie

de riego, inundaciones y escurrimientos fuera de los deslindes del área regada (artículo 20°).

- Las aguas grises tratadas no deberán almacenarse por períodos de tiempo superiores a las 48 horas (artículo 21°).

3.3.5 AUTORIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Es una exigencia de la ley 21075/2018, establecido en el artículo 3° y ratificado en el artículo 5° y 7° de la propuesta de Reglamento, que los sistemas de reutilización de aguas grises deberán contar con la aprobación del diseño del proyecto y la autorización de funcionamiento por parte de la autoridad sanitaria.

Uno de los requisitos relevantes para el proceso de aprobación, es la exigencia del diseño del proyecto de reutilización por un ingeniero civil cuya especialidad esté relacionada con el tratamiento de aguas o por un profesional habilitado para estos fines. Competencia que será acreditada con la copia del título profesional junto con una carpeta de antecedentes de diseño que facilitará el propietario de la vivienda residencial individual al solicitar la aprobación de proyecto de reutilización, que contendrá los siguientes documentos:

- La identificación del peticionario.
- La individualización precisa del lugar, área o áreas donde tendrá lugar la reutilización.
- El nombre o identificación del operador si fuera un sistema de tratamiento domiciliario.
- La indicación clara y precisa de los fines que se dará a las aguas grises tratadas.
- El sistema de tratamiento a emplear.
- La acreditación del hecho de contar con conexión a la red pública de alcantarillado, cuando éste exista, o con un sistema particular de aguas servidas, sea este individual o colectivo.
- Memoria técnica y planos del proyecto que describan el diseño del sistema, esto es, la recolección y el tratamiento de las aguas grises crudas, y la conducción y reutilización de las aguas grises tratadas en alguno de los usos previstos escogidos.
- Calidad de las aguas grises crudas, la que será verificada al momento de tramitar la autorización de funcionamiento del sistema y las bases de cálculo y criterios de diseño del sistema que justifiquen técnicamente su dimensionamiento.

- Cálculo del volumen de aguas grises generado por el sistema de reutilización, en un determinado periodo de tiempo y del volumen de agua requerido en el mismo periodo de tiempo, en el uso previsto.
- En caso de utilizar el agua para riego, capacidad de infiltración del terreno, la superficie de riego y el tiempo de duración de la faena, con el objeto de determinar la demanda de agua de riego y contrarrestarla con la generación de aguas grises.
- Manual de operación del sistema
- Definición de los parámetros de control que permitan verificar su adecuado funcionamiento.

Conforme a lo indicado en el artículo 7º de la propuesta de Reglamento, una vez emitida la resolución de aprobación de proyecto y luego de ejecutada la obra, el propietario deberá solicitar una segunda autorización sanitaria referida al funcionamiento del sistema. La construcción del sistema podrá ser ejecutada por ingenieros civiles cualquiera sea su especialidad, constructores civiles, ingenieros constructores y en general por profesionales y técnicos del área de la construcción habilitados para estos fines por disposiciones legales y reglamentarias vigentes.

Muy distinto al modelo nacional es el proceso de aprobación que requiere un propietario de vivienda en Australia y Estados Unidos. En Australia la instalación de un sistema de tratamiento de aguas grises permanente en viviendas residenciales individuales requiere tres tipos de autorizaciones: producto, instalación, certificación del trabajo (de las cuales una es gestionada por el propietario) y condicionadas además si la vivienda se encuentra conectada a una red de alcantarillado o no, esto es la aprobación del producto, la

3.3.5.1. APROBACIÓN DEL PRODUCTO

La legislación nacional australiana exige a los fabricantes de dispositivos *GDD* que obtengan una aprobación del Departamento de Salud del Gobierno Estatal antes de que vendan, comercialicen e instalen. Los productos que cumplen con las especificaciones técnicas requeridas⁸⁴ obtienen una licencia conocida como *WaterMark*, que garantiza que los productos de fontanería y drenaje son aptos para su propósito y cada estado publica

⁸⁴ Los GDD se evalúan de conformidad con la especificación técnica australiana *ATS 5200.460-2005 Technical Specification for plumbing and drainage products - Grey water diversion device (GWDD)*.

en sus sitios web la lista de Productos de Aguas Residuales Aprobados por el Departamento de Salud.

3.3.5.2. APROBACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los propietarios de las viviendas deben solicitar - vía formulario- la aprobación de la instalación del sistema permanente de aguas grises, sea este un *GDD* o un *GTS*. En todos los casos estas aprobaciones incorporan los requisitos de aprobación y las instrucciones proporcionadas por el fabricante del producto.

Dado que en Australia las compañías de servicios sanitarios son estatales, las viviendas que estén conectada al sistema de alcantarillado operado por estas compañías y utilicen un sistema de tratamiento de aguas grises, por ley recibirán una exención en la tarifa del servicio. En este caso, es la autoridad pertinente quien envía los detalles necesarios a la compañía de servicio sanitario para obtener la exención, quienes realizarán las siguientes actividades:

- Examinar y evaluar la solicitud para asegurarse de que cumple los requisitos reglamentarios y legislativos;
- Emitir una notificación de exención al propietario;
- Realizar una auditoría de la propiedad después de la instalación sin cargo alguno para el solicitante, a fin de garantizar que el dispositivo se ha instalado de acuerdo con las condiciones de autorización y las normas de gasfitería vigentes.
- Fijar un gravamen a la propiedad en forma de una carta de aviso de propiedad una vez que el dispositivo de aguas grises haya sido instalado y auditado. Esto asegura que los posibles compradores sepan que se ha instalado un sistema de aguas grises en la residencia.

En Estados Unidos por su parte, los propietarios de viviendas que utilicen sus aguas grises para riego del jardín no requerirán solicitar aprobación de su sistema si cumplen con 13 buenas prácticas de gestión, a saber:

- Evitar el contacto humano con aguas grises o con el suelo regado con aguas grises.
- Las aguas grises que se originan en la vivienda se utilizan y están contenidas dentro de los límites de la propiedad.

- Las aguas grises no se utilizan para el riego de plantas alimenticias, excepto los árboles de cítricos y frutos secos;
- Las aguas grises no contienen químicos peligrosos derivados de actividades como la limpieza de piezas de automóviles, el lavado de trapos grasientos o aceitosos o la eliminación de soluciones de desecho de laboratorios fotográficos domésticos o actividades similares tipo hobby.
- El riego con aguas grises se realiza evitando generar agua estancada en la superficie
- El sistema de aguas grises está construido de manera tal que, si se produce un bloqueo, taponamiento o respaldo del sistema, las aguas grises pueden ser dirigidas según proceda al alcantarillado o al sistema de tratamiento y eliminación de aguas residuales in situ. El sistema de aguas grises puede incluir un medio de filtración para reducir el taponamiento y extender la vida útil del sistema;
- Cualquier tanque de almacenamiento de aguas grises está cubierto para restringir el acceso y eliminar el hábitat de los mosquitos u otros vectores;
- El sistema de aguas grises está situado fuera de una zona de inundación;
- La operación del sistema de aguas grises mantiene una distancia de separación vertical mínima de al menos cinco pies desde el punto de aplicación de las aguas grises hasta la parte superior del nivel freático en su parte más alta;
- Para las residencias que utilizan una instalación de tratamiento de aguas residuales in situ para el tratamiento y eliminación de aguas negras, el uso de un sistema de aguas grises no cambia los requisitos de diseño, capacidad o área de reserva para la instalación de tratamiento de aguas residuales en el lugar en la residencia, y garantiza que la instalación puede manejar el flujo combinado de aguas negras y grises si el sistema de aguas grises falla o no se usa por completo;
- Cualquier tubería de presión utilizada en un sistema de aguas grises que pueda ser susceptible de conexión cruzada con un agua potable debe indicar claramente que las tuberías no transportan agua potable;
- El agua gris aplicada por el riego superficial no proviene de agua usada para lavar pañales o prendas sucias o infecciosas similares, a menos que el agua gris se desinfecte antes del riego; y
- El riego de la superficie por aguas grises es sólo por inundación o riego por goteo.

3.3.5.3 CERTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Australia exige que todo trabajo que se realice en los sistemas de fontanería y drenaje sanitarios sea realizado por un gáster autorizado de conformidad con la norma AS/NZS 3500:2003 *National Plumbing and Drainage Codes*, cuyos principales requisitos para la instalación de un sistema de tratamiento de aguas grises son:

- No cruzar las tuberías de agua potable o de aguas pluviales;
- Utilizar tuberías y accesorios de color lila según lo establecido en AS/NZS4130:2009 y AS/NZS3500 - Parte 1 y 5; y
- Cuando sea necesario, utilizar una señalización adecuada de prevención de reflujo y de seguridad;

Una vez instalado el dispositivo, el gáster emitirá un Certificado de Conformidad y proporcionará una copia de la documentación al Departamento de Salud, a la compañía de servicios sanitarios (cuando proceda) y al propietario de la residencia⁸⁵.

Para aprobar los GTS se requiere además que el dueño de la vivienda proporcione en detalle las características del sitio a regar, incluyendo:

- Un plano de ubicación de la propiedad.
- Un plano a escala de la vivienda que especifique:
 - Todas las construcciones existentes en el sitio de la propiedad y adyacentes a ella, así como detalles del uso de la tierra propio y vecina.
 - La ubicación de la vivienda, los límites, las zonas de descanso, el trazado de las cañerías, incluido el sistema de tratamiento o desviación de aguas grises, la zona de riego/eliminación de los efluentes finales y el sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas negras.
 - Detalles de las características del sitio, como la topografía, la proximidad a cualquier curso de agua, las perforaciones, las napas subterráneas, etc.
 - Informe de evaluación del suelo de la zona de riego/eliminación, si lo solicita la autoridad competente.

⁸⁵ A modo de ejemplo South Australia establece un plazo de 7 días a partir de la finalización del trabajo.

En el caso de Estados Unidos, ninguno de los estados analizados exige que la instalación de los sistemas residenciales deba ser realizada por un gasfiter certificado, pudiendo instalarse por el mismo propietario.

3.3.6 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Un requisito fundamental para utilizar las aguas grises en las viviendas australianas y norteamericanas es que se apliquen dentro de la propiedad y ubicadas a una distancia suficiente (y que varía según las directrices de cada estado) de los límites de la propiedad vecina para evitar la escorrentía hacia propiedades adyacentes o terrenos públicos.

Al evaluar los riesgos asociados a la salud pública y medio ambiente, los métodos directos de transferencia de vectores causantes de enfermedades en las aguas grises son principalmente a través del contacto con manos contaminadas y/o piel dañada y la inhalación de los aerosoles de aguas grises. A su vez, los métodos indirectos de transferencia incluyen el contacto con artículos contaminados como juguetes, utensilios de jardín, pasto o tierra; la transmisión por vectores de plagas como ratas, ratones, moscas y cucarachas y/o la transmisión por animales domésticos de la familia, entre otros.

En vista de lo anterior, hay una serie de requisitos establecidos en las directrices del tipo sanitaria y ambiental⁸⁶ que deben cumplir los propietarios de las viviendas individuales al momento de instalar sistemas para el reúso de aguas grises, detalladas a continuación:

3.3.6.1. CONSIDERACIONES SANITARIAS

Las principales recomendaciones, comunes en las legislaciones estatales para reducir el riesgo sanitario, son:

- Evitar en todo momento el contacto humano con el agua gris o con el suelo regado con aguas grises.
- Las aguas grises no tratadas (procedentes de un dispositivo de desviación de aguas grises) sólo deben utilizarse mediante el riego subterráneo, ya que este reduce la exposición de los seres humanos, los animales domésticos y otros animales. No se permite el riego por aspersión;

⁸⁶ *Graywater Guidelines* de Arizona y Nuevo México y en la *Table 2. Limitations to Consider del Tier One Greywater System Checklist and Irrigation Area Estimation Tool* publicadas por el Departamento de Salud del Estado de Washington.

- Todos los sistemas de riego deben respetar unas distancias de separación específicas respecto de las construcciones, los límites, los pozos, las perforaciones, los cursos de agua, las piscinas y los depósitos de agua de lluvia.
- Las aguas grises no deben utilizarse de manera que den lugar a un contacto directo con vegetales u otras plantas comestibles consumidas crudas. Puede utilizarse para regar plantas alimenticias que se encuentran por encima del suelo, como árboles frutales y hortalizas de hoja, cuando la parte de la fruta o la verdura comestible no entra en contacto directo con las aguas grises.
- Solo se puede utilizar riego superficial de aguas grises en árboles cítricos y nogales.
- Las aguas grises deben estar contenidas dentro de los límites de las propiedades en los que se generan y su aplicación se gestiona minimizando agua estancada en la superficie;
- No usar las aguas grises si hay personas enfermas en la casa.
- No usar las aguas grises de lavado cuando la ropa esté cubierta de vómito o heces - esto incluye los pañales.
- Cualquier estanque de almacenamiento de aguas grises debe estar cubierto para restringir el acceso y eliminar el hábitat de mosquitos u otros vectores;
- Cualquier tubería de presión utilizada en un sistema de aguas grises que pueda ser susceptible de conexión cruzada con un sistema de agua potable debe indicar claramente que la tubería no transporta agua potable;

3.3.6.2. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Para minimizar los impactos negativos en el medio ambiente, se exigen los siguientes requisitos:

- Las aguas grises no deben correr hacia los caminos de entrada o cualquier superficie dura donde puedan correr hacia la calle y hacia los desagües de aguas pluviales y eventualmente hacia las aguas superficiales, por ejemplo, ríos y lagos.
- Sólo se deben utilizar productos con un contenido de fósforo nulo o muy bajo para evitar problemas de calidad del agua. El contenido de fósforo puede variar desde 0,05% hasta el 10% en diversos detergentes. El símbolo NP se utiliza para identificar los productos que no tienen fósforo añadido, aunque pueden estar presentes niveles inferiores al 0,5%. El símbolo P indica que “el producto cumple

las normas industriales acordadas sobre el fósforo, que imponen un contenido máximo de 7,8 gramos por lavado”⁸⁷.

- Los detergentes en polvo que contienen sales de sodio como agentes de relleno deben utilizarse con moderación. Los altos niveles de sodio pueden producir aguas grises salinas y esto es perjudicial para las plantas, dañando la estructura del suelo, reduciendo el espacio aéreo, dándole una textura grasienta y una pobre capacidad de drenaje. Se recomienda utilizar detergentes líquidos (en lugar de polvos) o productos que utilicen sales de potasio, ya que producen aguas grises de mejor calidad y menos salinas.
- Evitar el uso de blanqueadores o suavizantes, detergentes con ingredientes que incluyen: boro, bórax, cloro, lejía, perborato de sodio y tripoclorito de sodio (sales), tripolifosfatos de sodio (STPP), fósforo, fosfatos, polifosfatos, constructores de fosfatos, ácidos, etc., y productos utilizados para limpiar los desagües.
- Pinturas, aceites y grasas de automoción, residuos químicos, pesticidas y productos farmacéuticos, o cualquier materia designada como residuo comercial o residuo líquido industrial no deben entrar en un sistema de aguas grises.
- En los suelos en los que el índice de retención de fósforo (IRP) sea inferior a cinco, los sistemas de aguas grises deberán instalarse a más de 100 metros de cualquier humedal, corriente de agua u otros ecosistemas sensibles al agua.

Particularmente el Código de Western Australia exige además:

- Los sistemas de aguas grises situadas en zonas designadas de prioridad 1 dentro de las áreas declaradas como fuentes públicas de agua potable, en zonas de protección de cabezas de pozos o en zonas de protección de embalses (definidos en los planes de protección de fuentes de agua potable o en las estrategias de uso de la tierra y gestión del agua) deben ser aprobado por escrito por el Departamento de Agua⁸⁸.
- Si se encuentra dentro de una zona de protección de fuentes de agua potable de prioridad 1, la IRP del suelo deberá ser evaluada por un profesional especializado en suelos. La muestra a analizar debe recogerse del suelo a ser regado con las

⁸⁷ El contenido de sales, nitrógeno y fósforo de varios detergentes para lavar ropa disponible en Australia se puede encontrar en www.lanfaxlabs.com.au.

⁸⁸ La información sobre estas áreas y zonas está disponible en línea en www.water.wa.gov.au.

aguas grises. El procedimiento de análisis debe ser realizado por un laboratorio registrado en la *National Association of Testing Authorities, NATA*.

- En suelos arenosos gruesos/gravilla, los caudales del sistema deben diseñarse cuidadosamente para evitar que las aguas grises entren directamente en las masas de agua superficiales. Se requiere una longitud mínima de trayectoria vertical de 600 mm de zona de absorción del suelo para que todos los tipos de suelos cumplan con la norma AS 1547:2000, es decir, 600 mm de suelo de absorción vertical entre las masas de agua y la zona de aplicación de las aguas grises.
- Las aguas grises no contienen productos químicos peligrosos derivados de actividades tales como la limpieza de piezas de automóviles, el lavado de trapos grasientos o aceitosos, o la eliminación de soluciones de residuos de laboratorios fotográficos caseros o actividades similares de aficionados u oficios domésticos;
- El sistema de aguas grises es operado para mantener una distancia de separación vertical mínima de al menos cinco pies desde el punto de aplicación de las aguas grises hasta la parte superior de la capa freática estacionalmente alta.

3.3.6.3. EVALUACIÓN DEL SITIO Y DEL SUELO

Junto con las consideraciones sanitarias y ambientales, uno de los aspectos claves dentro del proceso de gestión de riesgos, es la evaluación que debe realizarse al sitio y al suelo que serán regados con aguas grises *in situ*, ya que un correcto estudio permite garantizar rendimientos sostenibles a largo plazo y evitar fallas en el funcionamiento.

La evaluación del sitio y el suelo sólo debe ser realizada por profesionales calificados. Cualquier limitación del sitio y el suelo, junto con el análisis del contexto local - clima, tipo y composición del jardín, casa nueva, casa antigua, ocupantes - determinará el nivel mínimo de tratamiento de aguas residuales necesario y, por lo tanto, orientará la selección del sistema de tratamiento. Las limitaciones del sitio y las distancias de separación necesarias de los receptores sensibles (cursos superficiales, napas subterráneas, edificaciones, límites prediales, etc.) determinarán la cantidad de tierra disponible para la aplicación de las aguas residuales y ayudarán a determinar una ubicación adecuada para el sistema de riego. Las características del suelo receptor determinarán una tasa de carga apropiada para el componente hidráulico de las aguas residuales y, junto con la vegetación existente o propuesta para el área de riego, permitirán la evaluación de la

superficie mínima requerida para la aplicación sostenible del contenido de nutrientes (nitrógeno y fósforo) de las aguas residuales.

El volumen esperado de aguas grises por día se determina por el número de dormitorios de la propiedad y el número máximo probable de ocupantes multiplicado por una cantidad fija de aguas grises producidas por cada ocupante diariamente tanto en la lavadora (40 l/hab/día) como en el baño (60 l/hab/día), basado en los valores del estándar *AS/NZS 1547:2012 On-Site Domestic Wastewater Management*

La tasa de riego de diseño (DIR) se determina en base al tipo de suelo que puede variar de 10mm/día para un suelo arenoso a 2mm/día para uno arcilloso en Western Australia. Por lo general, si el área de jardín disponible es mayor que el área de aplicación requerida, entonces un sistema de aguas grises será aprobado por el gobierno local.

La orientación sobre el nivel de detalle requerido para la evaluación del sitio y el suelo y las metodologías a emplear se encuentra en el estándar *AS/NZS 1547:2012* y en los diversos reglamentos o directrices de diseño de los gobiernos estatales.

En comparación con la realidad nacional, varios requisitos establecidos al diseño del sistema y la prohibición de usos están mayoritariamente orientados a la protección de la población por sobre el medio ambiente, buscando en todo momento evitar poner en riesgo la salud de las personas. La Ley 21075/2018 castiga con multa aquel que descargue sustancias químicas o cualquier otra que ponga en peligro la salud de las personas o afecte gravemente el funcionamiento de sistemas de recolección y tratamiento de las aguas grises, sea este domiciliario o público, o que afecte su destino autorizado (artículo 12°). Criterio reforzado además en el futuro Reglamento con la prohibición de utilizar riego por aspersion, difusores u otro sistema que pueda producir aerosoles del agua gris tratada o dispersión aérea del agua de riego (artículo 38°).

Como manera de reforzar y promover el uso de aguas grises y a la vez proteger a la población, la Ley 21075/2018 faculta a las autoridades competentes a elaborar programas educativos y de capacitación sobre el sistema de reutilización de aguas grises, así como diseñar e implementar estrategias de comunicación y sensibilización en la materia (artículo 11°).

3.3.7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de reutilización de aguas grises, la propuesta de Reglamento exige que todos los sistemas cuenten con Manual de Operación (artículo 22°). Para el caso de proyectos de viviendas individuales, este documento debe describir las operaciones que debe llevar a cabo el propietario, que incluya: operación normal (recolección, tratamiento y reúso), limpieza del sistema y descarga de aguas grises al alcantarillado, además de los procedimientos para la mantención preventiva del sistema, a objeto de prevenir problemas en el tratamiento de las aguas grises, filtración de tuberías, olores molestos, presencia de vectores, otros. Otras medidas indicadas en el futuro Reglamento son:

- La mantención debe contemplar limpieza preventiva anual de los estanques de almacenamiento de aguas grises tratadas o en caso de que se vea deteriorada la calidad del agua depurada (artículo 24°).
- En caso de interrupciones mayores a 48 horas, se deberá proceder a la evacuación de todas las aguas grises acumuladas en las distintas unidades de la planta de tratamiento con excepción de los sistemas en base a tratamiento biológico, en cuyo caso se deberán vaciar todas las unidades de tratamiento a excepción del reactor biológico, el que deberá mantenerse con el sistema de aireación funcionando, mientras permanezca detenida la planta. En caso de que no ser posible su funcionamiento, se evacuarán dichas aguas (artículo 27°).

En Australia, el sistema de aguas grises debe ser operado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, la aprobación del producto por parte del departamento de salud estatal, la aprobación de la instalación por parte de la autoridad local y cualquier otro requisito establecido por la compañía de servicios sanitarios. Además, todos los sistemas de reutilización de aguas grises requieren un mantenimiento regular para garantizar un funcionamiento fiable a largo plazo y en este contexto una asociación entre el propietario y el instalador es la forma más eficaz de mantener el sistema, ya que el instalador puede aconsejar sobre la frecuencia de la inspección y el mantenimiento de todas las partes del sistema en función de las características de diseño/tecnología de la unidad específica.

Un mantenimiento rutinario y adecuado del sistema de tratamiento, cuya complejidad es menor al de una piscina residencial, incluye una completa revisión de todos sus componentes, es decir bombas, filtros, válvulas, riego, a saber:

- **Bombas de agua:** requiere una inspección ocasional para garantizar que funciona con eficacia y que no hay obstrucciones que puedan causar atascos y un eventual fallo.
- **Filtros:** Los filtros son uno de los componentes relevantes del sistema ya que tienen la función de impedir el paso de gran cantidad de impurezas presentes en las aguas grises, que pueden obstruir la bomba o el sistema de riego y provocar el desbordamiento al alcantarillado, desperdiciando las aguas grises generadas. Su mantención es manual y consiste en la limpieza de los filtros, los que deben ser reemplazados si ya no cumplen su objetivo. Actualmente en Australia, los GTS incorporan sistemas automáticos de retrolavado de filtros que reducen la frecuencia de la limpieza manual del filtro primario.
- **Sistema de riego y lavado de la línea de goteo:** Limpieza regular de los sistemas de riego subterráneo y sustituir las piezas, según sea necesario, para asegurar que los sólidos no entren y obstruyan los emisores (goteadores). Los signos de una línea de goteo defectuosa incluyen la pulverización de agua por roturas en la línea, el registro de agua del suelo, la vegetación excesivamente verde y/o seca, entre otros.
- **Sistema de desviación al alcantarillado:** la mantención considera realizar una descarga completa del sistema, ya sea al comienzo o al final del invierno. Esto se logra abriendo las válvulas de purga manual y haciendo correr el agua del sistema de mayor presión a través de toda la red de riego hasta que las líneas se despejen.

3.3.8 MEDIDAS DE CONTROL

En el marco de un plan de gestión de riesgos, el control se utiliza para evaluar si las medidas preventivas reducen o mantienen los riesgos a niveles aceptables. En términos conceptuales, los principales tipos de control utilizados en Australia son:

- Monitoreo de línea de base;
- Monitoreo de validación;
- Vigilancia operacional;
- Verificación de la vigilancia.

La vigilancia puede llevarse a cabo con diversos fines; por ejemplo, puede utilizarse para obtener información de referencia (para respaldar el proceso de evaluación de riesgos); determinar si los sistemas de agua reciclada serán seguros y no tendrán efectos adversos para la salud humana o el medio ambiente (validación); garantizar que las medidas preventivas funcionen (vigilancia operativa); determinar si el sistema de agua reciclada ha funcionado eficazmente, ha logrado el cumplimiento de los requisitos de gestión y no ha representado un riesgo para la salud pública ni ha tenido efectos perjudiciales para el medio ambiente (verificación); proporcionar la información necesaria para la investigación, el seguimiento y la investigación.

La ejecución de este control y monitoreo puede formar parte las exigencias requeridas para otorgar la aprobación de un sistema de tratamiento de aguas grises.

Además de la inspección del sistema de tratamiento propiamente tal, que incluye el sistema de desviación al alcantarillado, dentro del régimen de mantenimiento se requiere realizar un control sanitario del suelo y las plantas. El contenido de nutrientes de las aguas grises, principalmente nitrógeno y fósforo, puede beneficiar a muchas plantas de jardín que crecen en los suelos agotados de nutrientes sin embargo deben ser inspeccionados regularmente para asegurar que no haya signos de deterioro por el uso de aguas grises. Los suelos arenosos son menos vulnerables a los daños causados por las sales de las aguas grises que los suelos arcillosos porque drenan mejor.

Respecto a la calidad del agua, es importante asegurarse de que el sistema de aguas grises esté apagado y que fluya al alcantarillado, no al jardín, cuando se lavan los pañales, si alguien está enfermo y cuando se utilizan altos niveles de productos químicos. De igual forma, es importante verificar que los residentes utilicen siempre productos “ecológicos”, “aptos para el jardín” o “aptos para las aguas grises” que sean biodegradables y también bajos en sales y fósforo. No deberían utilizarse blanqueadores, desinfectantes ni productos químicos fuertes, ya que matan a los microorganismos beneficiosos del suelo.

Dado que en Chile la normativa considera que los sistemas de reutilización de aguas grises se diseñan respondiendo al uso previsto escogido, los parámetros de control que permitan verificar su adecuado funcionamiento se definen caso a caso en conjunto con la planificación del diseño. Sin perjuicio de lo anterior, las medidas de control generales que establece el futuro Reglamento son:

- Realizar análisis de autocontrol de la calidad del efluente generado y de los parámetros de control del sistema de tratamiento, según las definiciones del proyecto, las frecuencias de monitoreo y el tipo de muestra establecidas en tabla N°4 del artículo 40° del Reglamento.
- Para el caso de viviendas individuales no es exigencia llevar un registro (artículo 39°) y las mediciones de cloro libre residual deberán realizarse con una frecuencia semanal (artículo 41°)
- Utilizar laboratorios de ensayo acreditados en el Sistema Nacional de Acreditación del Instituto Nacional de Normalización (artículo 42°).

Hasta ahora podemos señalar que la propuesta del futuro “Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias Básicas para la Reutilización de Aguas Grises” demanda altos niveles de tratamiento y exigencias técnicas para el uso posterior *in situ* de las aguas grises provenientes del uso doméstico, que hacen prever dificultad en su implementación en el corto plazo. De acuerdo a la normativa comparada, la posibilidad exitosa de que la ciudadanía exponga y haga suya la reutilización de las aguas grises en las viviendas residenciales se basa en normas fácilmente accesibles para las partes interesadas, que conjugan de manera sencilla y equilibrada las exigencias sanitarias y reconocen y adaptan a las realidades locales, mejorando a la vez la gestión de los recursos hídricos sin poner en riesgo la salud de las personas y el ambiente, lo que analizaremos en profundidad en las conclusiones.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

La contaminación, el cambio climático, los conflictos, los desastres relacionados con el agua y los cambios demográficos están ejerciendo una presión sin precedentes en los recursos hídricos de muchas regiones del mundo por lo que es un imperativo que las aguas residuales en lugar de ser consideradas una carga sean una fuente sostenible de agua, energía, nutrientes y otros subproductos recuperables. Su gestión hacia una economía circular de “reutilización, reciclado y recuperación del recurso” sin lugar a dudas contribuye al logro de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible; la reducción en el consumo de agua potable y de los volúmenes de agua residuales a tratar que genera el reúso de aguas grises no solo favorece al ODS 6 Agua limpia y saneamiento, sino que también aporta al ODS 7 Energía asequible y no contaminante y ODS 13 Acción por el clima, dado que la reducción en el volumen de aguas a tratar, reduce el consumo de energía y por consiguiente la emisión de gases de efecto invernadero generados durante el proceso de tratamiento requerido para ser purificada antes de ser vertida al medio ambiente.

Con la publicación de la Ley 21.075/2018, nuestro país declara su interés de cambiar el paradigma de gestión y avanzar con rapidez en la reutilización del recurso hídrico y por tanto hacer de las aguas grises una nueva fuente de agua. Con este paso se suma al concierto internacional de países que han actualizado sus marcos regulatorios, creando normas que promueven el uso de aguas grises por parte de la ciudadanía en distintas actividades urbanas. Sin embargo, este cambio de enfoque y nueva tendencia de ajustar los cuerpos legales hacia sistemas integrados de aguas grises *in situ* ha seguido distintos derroteros, variando sustancialmente entre un modelo y otro.

A partir de la revisión y análisis de legislaciones internacionales y con una mirada en profundidad a Australia y Estados Unidos - países exitosos en el fomento de reutilización de las aguas grises -, se pudo obtener información sistematizable sobre los estándares y criterios utilizados, los elementos a incorporar en una norma para que sea exitosa y los errores más comunes en su diseño, dando cuenta de las distintas estrategias y mecanismos a través de los cuales es posible comparar con el modelo diseñado para Chile. La evidencia muestra que han existido dos modelos normativos para el aprovechamiento de las aguas grises: a) Aquellos con un enfoque de “riesgo nulo” es decir a través del cumplimiento de umbrales de calidad de los efluentes que buscan la eliminación total de los patógenos para un uso seguro de las aguas residuales, lo que

conlleva a códigos prescriptivos, sistemas de tratamiento oneroso y complejos de operar, como fue el caso de California en la década del 90 y b) aquellos modelos más modernos, como es el caso de Australia y Arizona, que adoptan un enfoque en la “gestión del riesgo”, en otras palabras, una orientación basada en el rendimiento gradual propendiendo a la reducción del riesgo que describe requisitos para proteger la salud pública y el medio ambiente con un enfoque escalonado. Este modelo diferencia los sistemas de tratamiento de aguas grises según la fuente, los volúmenes de generación y los usos permitidos, combinado con un conjunto de buenas prácticas. Según el umbral de volumen generado, a nivel residencial se permite el reúso de aguas grises *in situ* en usos previstos por la autoridad y el nivel de tratamiento escogido. Todo lo anterior, apoyado por una política eficaz de fomento para sistemas pequeños como es el residencial, la otorgación simple de permisos, un proceso reglamentario *ad-hoc* de aprobación de los sistemas de tratamiento adecuados de las aguas grises para el uso final previsto, una mantención y control sencillo y la implementación de las mejores prácticas de gestión por parte del propietario de la vivienda.

Sumado a lo anterior, es posible advertir en los códigos y regulaciones estudiadas, que la responsabilidad de reducir el riesgo para la salud pública y prevenir la contaminación y la transmisión de enfermedades, así como la contaminación del medio ambiente no solo recae en el propietario de la vivienda, hay una serie de requisitos que deben cumplir tanto los fabricantes de los productos y los instaladores de sistemas para el reúso de aguas grises, lo que conlleva al compromiso de todas las partes interesadas y a un avance más rápido de los objetivos trazados por el legislador.

Cuando se analizan una a una las variables relativas a la reutilización en las viviendas residenciales que efectúen tratamiento *in situ*, resalta como primer aspecto conocer adecuadamente el origen de las aguas grises - su **definición** - ya que esto facilita el entendimiento y por tanto la educación de la comunidad. Identificar en la práctica cuales son fácilmente “utilizables” de aquellas que “no son utilizables” para los distintos usos autorizados, concientiza a la ciudadanía en la elección de sistemas adecuados de tratamiento. Por otra parte, permite evaluar la factibilidad real de acceder a todas las aguas grises de la casa y con esto el dimensionamiento del sistema y entender la razón de las prácticas de gestión establecida por la autoridad como por ejemplo no verter productos químicos peligrosos o la utilización de productos inocuos para las aguas grises, reducen al mínimo el posible impacto que pueden tener en algunas especies de plantas

y el suelo. Destaca en este punto que el modelo nacional no define explícitamente como aguas grises aquellas generadas en la lavadora, lo que resta de contar con un importante flujo de agua (en especial el último lavado y/o enjuague) que podrían ser utilizadas fácilmente en riego de jardines amplios como los existentes en las parcelas de agrado.

Si bien hay similitud de los **usos autorizados** con las legislaciones comparadas, la normativa nacional descarta a nivel residencial utilizar las aguas grises como suministro de agua fría para la lavadora. Tal omisión puede entenderse contraria al objetivo de un uso eficiente del recurso hídrico reduciendo por tanto el consumo de agua potable en usos que no requieren tal calidad. Un tratamiento adecuado de las aguas grises, condicionado al flujo de aguas generado y calidades respectivas del efluente, permitiría sin dificultades reutilizar el agua en estos usos.

En cuanto a la **calidad del efluente**, el establecimiento de límites o volúmenes de generación a aplicar sobre los sistemas de gestión de aguas residuales *in situ*, expresa el enfoque gradual del modelo internacional exitoso. A nivel residencial se entiende que volúmenes menores de generación de aguas grises, conlleva sistemas más simples de tratamiento, cumplimiento de mejores prácticas para proteger la salud pública y el ambiente y cuya aprobación por parte de la autoridad es más sencilla. Nuestro marco nacional, no especifica una cantidad límite mínima o máxima para la instalación de sistemas de reutilización de aguas grises domiciliarios o domiciliarios colectivos, los sistemas son diseñados y dimensionados según el volumen de aguas grises calculado a generar en cada vivienda y por tanto todos cumplen los mismos requisitos de calidad del efluente, diseño, operación y monitoreo. Cuanto mayor sea el nivel de tratamiento, mayor es la calidad del efluente y por consiguiente más opciones de reúso se tiene, criterio que también se aplica a nivel residencial. Los distintos usos urbanos: riego, recarga de inodoro y suministro de agua fría para la lavadora, requieren calidades distintas. Esto es recogido por las legislaciones internacionales, sin embargo, el proyecto de Reglamento no lo hace. Los límites establecidos para cada parámetro del uso urbano son uniformes, no distingue calidades diferentes para estos subusos lo que repercutirá en la selección del sistema a instalar y por tanto los costos asociados.

Respecto a los **sistemas de tratamiento**, uno de los aspectos propios del modelo australiano es la posibilidad que se le da a los propietarios de viviendas residenciales de optar a diferentes sistemas clasificados según el nivel de complejidad técnica. El objetivo es encontrar el nivel de sistema que aprovecha al máximo las aguas grises mientras se

minimizan los costos de la compra, instalación y mantenimiento del sistema. Tanto el almacenamiento manual en un balde como los dispositivos de separación de aguas grises son métodos definidos y autorizados si éstas se reutilizan de conformidad con las directrices locales de cada estado. Esta distinción no existe en nuestra normativa, se ha optado por un enfoque uniforme en la aplicación de los sistemas de reúso de aguas grises que conforme a su definición contemplan el tratamiento de las mismas, descartando por tanto los sistemas más simples como son el almacenamiento en un balde o dispositivos de separación de aguas grises. Uno de los requisitos relevantes mencionados en el Reglamento es la exigencia de que el sistema de tratamiento sea diseñado por un ingeniero civil o por un profesional habilitado para estos fines y posteriormente la construcción la ejecute un constructor civil o profesional afín, lo que se verifica con el título profesional a adjuntar en la carpeta de antecedentes para el proceso de aprobación. Ambas condiciones obligarán al propietario de la vivienda a optar por sistemas más complejos por tanto más onerosos y se pierde la oportunidad de fomentar y regularizar el mercado informal de la gasfitería, oficio y técnicos que podrían certificarse y acreditarse en el programa de Construcción Sustentable del Ministerio de Vivienda y Urbanismo como instaladores oficiales de los sistemas de dispositivos de separación de aguas grises y de esta manera ampliar la responsabilidad de todos los grupos de interés.

En relación a los **procesos de autorización**, nuestra norma indica que todos los sistemas de reutilización de aguas grises deberán contar con la aprobación del diseño del proyecto y la autorización de funcionamiento por parte de la autoridad sanitaria. No obstante, en los casos analizados, la aprobación por parte de la autoridad difiere según la complejidad del sistema de tratamiento. Son legales y no requieren aprobación de la autoridad, los sistemas del tipo almacenamiento en balde si el propietario reutiliza las aguas en conformidad con las directrices establecidas.

Finalmente, uno de los aspectos singulares del proyecto de Reglamento, es la exigencia de realizar **monitoreo de autocontrol** para lo cual el propietario deberá contratar laboratorios de ensayo acreditados. Si bien se entiende que este requerimiento busca determinar que el sistema está funcionando eficazmente y por tanto no representa un riesgo para la salud pública, puede ser excesivo para el propietario de una vivienda. Es dable propender por formas más simples para controlar el funcionamiento del sistema de tratamiento, como puede ser en caso de riego inspecciones regulares del suelo y las plantas para asegurar que no haya signos de deterioro por el uso de aguas grises.

El espíritu de la ley fue contar con instrumentos legales que favorezcan la recuperación de las aguas grises mediante la instalación de mecanismos de limpieza y depuración de mediana complejidad y así hacer un uso más eficiente del agua potable. A nivel domiciliario, con excepción de aquellas edificaciones que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo determine que requieran obligatoriamente la instalación de sistemas de aguas grises, el análisis comparado de marcos regulatorios (en cada una de las variables analizadas) arroja un conjunto de resultados respecto de los desafíos que la implementación del futuro “Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias Básicas para la Reutilización de Aguas Grises” enfrentará a nivel residencial una vez que sea promulgado, toda vez que está diseñado para sistemas de gran escala. Si bien, asegurar una calidad adecuada de las aguas grises tratada es el criterio esencial, la posibilidad exitosa de que el público se exponga y haga suya la reutilización de las aguas grises en las viviendas residenciales debe basarse en normas fácilmente accesibles para las partes interesadas, que conjugan de manera sencilla y equilibrada las exigencias sanitarias mejorando a la vez la gestión de los recursos hídricos sin poner en riesgo la salud de las personas y el ambiente. Una gran cantidad de requisitos puede desincentivar a la ciudadanía a solicitar la aprobación de sus sistemas, produciendo una baja tasa de cumplimiento como lo sucedido en California con su código anterior. Es por esto que se recomienda la elaboración de un reglamento especial para las viviendas residenciales que incorpore el enfoque escalonado que conduzca a una mayor participación y cumplimiento de la norma, mostrando rangos de innovación y al mismo tiempo entregar mayor responsabilidad a todas las partes interesadas (fabricantes, instaladores, propietarios) para avanzar con rapidez en la reutilización de este recurso contribuyendo a las metas nacionales y globales de gestión circular del agua.

BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE EMPRESAS DE TRATAMIENTO Y CONTROL DE AGUAS - AQUA ESPAÑA. Guía técnica de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios. España, 2016. 31p. [en línea] <<https://www.aquaespana.org/sites/default/files/documents/files/Guia.tecnica%20grises.pdf>> [consulta: 15 enero 2019].
2. AUSTRALIAN CAPITAL TERRITORY. *Greywater Use: Guidelines for residential properties in Canberra* 2nd Edition 2007. 24p. [en línea] <<https://health.act.gov.au/media/1508>>, [consulta: 15 enero 2019].
3. AUSTRALIAN GOVERNMENT - AUS. Natural Resource Management Ministerial Council, Environment Protection and Heritage Council & Australian Health Ministers' Conference. *National guidelines for water recycling: Managing health and environmental risks*. Canberra, Australia. 2006. 415p. ISBN 1-921173-06-8 Disponible en URL <<https://www.waterquality.gov.au/guidelines/recycled-water>>, [consulta: 12 agosto 2018].
4. AUSTRALIAN GOVERNMENT. Department of Agriculture and Water Resources. Charter National water quality management strategy. Canberra, 2018, 24p. [en línea] <<https://www.waterquality.gov.au/about>>, [consulta: 15 enero 2019].:
5. BAEZA, Eduardo. Experiencia comparada en materia de aguas grises (recolección, tratamiento y disposición). BCN. Santiago, Chile. 2017.
6. BIBLIOTECA CONGRESO NACIONAL – BNC. Informe. La reutilización del agua gris en el Derecho comparado Santiago, Chile, 2014. 5p.
7. ESCENARIOS HÍDRICOS 2030- EH2030. Radiografía del Agua: Brecha y Riesgo Hídrico en Chile. Fundación Chile, Santiago. Chile. 2018. 144p. ISBN: 978-956-8200-42-8 [en línea] <<https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/05/radiografia-del-agua.pdf>>, [consulta: 20 octubre 2018].
8. ESCENARIOS HÍDRICOS 2030 - EH2030. Transición Hídrica: El futuro del agua en Chile. Fundación Chile, Santiago, Chile, 2019. 230p. ISBN: 978-956-8200-49-7. [en línea] <<https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/07/transicion-hidrica-el-futuro-del-agua-en-chile.pdf>>, [consulta: 20 noviembre 2019].
9. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Guidelines for Water Reuse. USA. 2012. 643p. ISBN: [en línea] <<https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/2012-guidelines-water-reuse.pdf>>, [consulta: 20 octubre 2019].
10. FACHVEREINIGUNG BETRIEBS – UND REGENWASSERNUTZUNG - FBR – Hinweisblatt H201. Grauwasser – Recycling Planungsgrundlagen und Betriebshinweise. Alemania, 2005. 27p.
11. FUNDACIÓN CHILE – Gobierno Regional de Valparaíso. Aguas Residuales como nueva fuente de agua. Diagnóstico del Potencial de Reúso de las Aguas Residuales en la Región de Valparaíso. Chile, 2016. 100 h. ISBN: 978-956-8200-32-9. [en línea] <<https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/12/aguas-residuales-como-fuente-de-agua.pdf>>, [consulta: 20 octubre 2018].
12. HIDALGO Tapia, Fernando, Sancha Fernández, Ana María, Ahumada Theoduloz, Gerardo, & Franco Alvarado, María Verónica. Tratamiento y Reutilización de Aguas Grises con Aplicación a un caso en Chile. Tesis (Título Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, 2007. 133p.
13. MINISTERIO DEL INTERIOR Y SEGURIDAD PÚBLICA. Política Nacional para los Recursos Hídricos. Santiago, Chile. 2015. 101p. [en línea] <https://www.interior.gob.cl/media/2015/04/recursos_hidricos.pdf>, [consulta: 25 junio 2018].
14. NOLDE Erwin. Hohe Energie- und Wassereffizienz durch Grauwasserrecycling mit vorgeschalteter Wärmerückgewinnung. fbr-wasserspiegel [s.a.]. [en línea] <https://www.fbr.de/fileadmin/Daten/Artikel_aus_wsp/Artikel-Arnimplatz_GW_fbr_1_13.pdf>, [consulta: 20 enero 2019].
15. NSW DEPARTMENT OF HEALTH. Domestic Greywater Treatment Systems Accreditation Guidelines, New South Wales, Australia 2005. 15p. [en línea]

- <<https://www.health.nsw.gov.au/environment/domesticwastewater/Documents/greywater-treatment.pdf>>, [consulta: 18 enero 2019].
16. NSW DEPARTMENT OF HEALTH. Guidelines for Greywater Reuse in Sewered Single Household Residential Premises, New South Wales, Australia 2008. 52p. [en línea] <http://www.water.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0008/557324/recycling_grey_nsw_guidelines_for_greywater_reuse_in_sewered_single_household_residential_premises.pdf>, [consulta: 18 enero 2019].
 17. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD - OMS. Guías para el uso seguro de las aguas residuales, excretas y aguas grises (2006). Ginebra, 2006. 144p. [en línea] <https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gsuweg1/en/>, [consulta: 15 junio 2018].
 18. PACIFIC INSTITUTE. Overview of greywater reuse. California, USA. 2010. 41p. ISBN: 1-893790-27-4. [en línea] <<https://pacinst.org/publication/pacific-institute-analyzes-the-potential-of-greywater-reuse-in-a-new-report/>>, [consulta: 15 junio 2018].
 19. PROGRAMA MUNDIAL DE EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LAS NACIONES UNIDAS – WWAP. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado. París. ISBN 978-92-3-300058-2. [en línea] <<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource/>>, [consulta: 20 junio 2018].
 20. QUEENSLAND GOVERNMENT. Queensland Plumbing and Waster Code. Version 1:2019. [en línea] <https://www.hpw.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0019/3943/queenslandplumbingandwastewatercode_26march2019.pdf>, [consulta: 18 junio 2019].
 21. SHARVELLE, Sybil. Tratment, Public Health, and Regulatory Issues Associated with Greywater Reuse. Guidance Document. Colorado State University, USA. 2013.
 22. SHEIKH Bahman & WateReuse Association, Water Environment Federation, and American Water Works Association. White Paper On Graywater. 2010. 61p.
 23. SOUTH AUSTRALIA GOVERNMENT. SouthAustralia On-site Wastewater Systems Code, 2013. 72p [en línea] <<https://www.sahealth.sa.gov.au/wps/wcm/connect/public+content/sa+health+internet/about+us/legislation/wastewater+legislation>>, [consulta: 30 junio 2019].
 24. TASMANIA GONVERNMENT. Department of Justice Consumer, Building and Occupational Services. Guide to Domestic Greywater Re-use, 2017. 7p. [en línea] <https://www.cbos.tas.gov.au/_data/assets/pdf_file/0018/405054/Guide-to-domestic-greywater-re-use-June-2017.pdf>, [consulta: 25 septiembre 2019].
 25. VICTORIA STATE GOVERNMENT. Environment Protection Authority Victoria. Code of Practice – Onsite Wastewater Management Victoria, 2016. 72p [en línea] <<https://www.epa.vic.gov.au/about-epa/publications/891-4>>, [consulta: 30 junio 2019].
 26. WASHINGTON STATE. Chapter 246-274 WAC - Greywater Reuse for Subsurface Irrigation, 2012. 17p. [en línea] <<https://apps.leg.wa.gov/wac/default.aspx?cite=246-274>>, [consulta: 30 junio 2019].
 27. WATER CONSERVATION ALLIANCE OF SOUTHERN ARIZONA -CASA. Greywater guidelines. [s.a.]. 28p [en línea] <<http://watercasa.org/wordpress/>>, [consulta: 25 junio 2019].
 28. WESTERN AUSTRALIA GOVERNMENT - WA, Code of practice for the reuse of greywater in Western Australia. 2010. 59p [en línea] <<https://ablis.business.gov.au/service/wa/code-of-practice-for-the-reuse-of-greywater-in-western-australia-2010/37194>>, [consulta: 25 junio 2019].
 29. WORLD RESOURCES INSTITUTE - WRI. Ranking the world's most water-stressed countries in 2040. [en línea] <<https://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world-s-most-water-stressed-countries-2040>>, [consulta: 25 junio 2018].