



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN OBRAS CIVILES**

**“Propuesta de Actualización al Marco Regulatorio Chileno de Gestión de Aguas Servidas y
Aguas Lluvias”**

**BASTIÁN IGNACIO HENRÍQUEZ JARA
2019**



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN OBRAS CIVILES**

“Propuesta de Actualización al Marco Regulatorio Chileno de Gestión de Aguas Servidas y Aguas Lluvias”

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

Profesor Guía: Mauricio Zambrano Bigiarini

**BASTIÁN IGNACIO HENRÍQUEZ JARA
2019**

**PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN AL MARCO REGULATORIO CHILENO DE GESTIÓN DE AGUAS
SERVIDAS Y AGUAS LLUVIAS**

BASTIÁN IGNACIO HENRÍQUEZ JARA

COMISIÓN EXAMINADORA

MAURICIO ZAMBRANO BIGIARINI
Profesor Guía

ROBERTO NAVARRO JEREZ
Académico Evaluador

RICHARD DIAZ BAEZA
Académico Evaluador

Calificación Trabajo Escrito :

Calificación Examen :

Calificación Final :

A mis papás, por las noches sin dormir.
Por el regalo de la educación.

AGRADECIMIENTOS

Tengo una página para escribir estos agradecimientos y me parece poco. Ha sido un proceso largo, con muchas dificultades y muchas alegrías. Pero si tuviese que resumirlo todo en una palabra lo resumiría en “aprendizaje” y, eso, se lo debo a cada persona con que me topé en el camino.

Primero que nada, a mis papás. A mi mamá, por el cariño diario, por borrarle las tareas cuando era chico una y otra vez hasta que me quedaran bien. Por los cafés en las noches y aguantarme los desórdenes en las semanas de más pruebas y trabajos. A mi papá, por todo el esfuerzo por habernos dado lo mejor a mis hermanos y a mí, por ser mi ejemplo de responsabilidad y disciplina. No sólo me regalaron la educación formal que me llevó a terminar esta carrera, si no que me dieron la educación del hogar. Me dieron las directrices para ser una persona, para definir mis prioridades y sueños. Crear mi propio marco regulatorio. A ellos les debo el tener claro que antes de ingeniero seré una persona: hijo, hermano, nieto, amigo y pareja.

Debo dar gracias a mis abuelos, mis hermanos, mis tías y tíos que siempre me apoyaron, creyeron en mí y me motivaron a seguir esforzándome.

A Daniela, mi pareja, compañera y amiga. Gracias por acompañarme en todo este proceso. Por escuchar los temas que me apasionan y aguantar que me obsesione con las cosas que me propongo. Por siempre haber creído que todo me iba a resultar y haber sido mi consuelo y apoyo cuando no fue así.

No puedo dejar fuera a mis compañeros y amigos, por las risas y buenos ratos, pero además por que sin ellos no hubiese podido lograr las metas que me propuse en la Universidad. En especial a David González, por los proyectos emprendidos juntos.

Debo agradecer al profesor Mauricio Hermosilla por instarme desde el primer día a ir por más. A la profesora Viviana Letelier por haberme iniciado en el mundo de la investigación, al profesor Maximiliano Lizana por siempre haber llevado las discusiones en clases a temas de contingencia, y haberme dado su consejo cuando lo necesité. Agradezco el esfuerzo realizado por los profesores Mauricio Zambrano y Roberto Navarro por apoyarme en hacer este trabajo a distancia, con todas las dificultades logísticas y personales que implicó. También debo dar gracias a Gabriela Reyes por su preocupación constante en los momentos difíciles de este semestre en Suiza y desde luego agradecer a Caprez Ingenieure AG por la posibilidad de trabajar con ellos.

Finalmente, no me queda más que dar gracias a la vida, que me ha dado tanto.

RESUMEN

Chile enfrenta severos problemas en la administración del agua. Actualmente 136 comunas cuentan con decreto de escasez hídrica y 111 comunas con decreto de emergencia agrícola. Graves casos de contaminación han afectado tanto a la población como a los ecosistemas, y numerosas ciudades sufren inundaciones por falta de drenaje de aguas lluvias cada año. Por otro lado, se ha puesto en duda los niveles de inversión de las empresas sanitarias que explotan un bien nacional a título gratuito y tienen utilidades garantizadas en un mercado que es un monopolio natural. Parte fundamental del problema es que el agua se define como un bien económico explotable por medio de derechos de aprovechamiento, los que pueden ser indefinidos y no restringibles. Esto ha puesto en discusión las responsabilidades que el Estado asume respecto al agua en el contexto medio ambiental, y la eficiencia de las empresas sanitarias y organismos públicos involucrados en las distintas dimensiones de la gestión.

Este trabajo, realizado como actividad de titulación de la carrera de Ingeniería Civil durante una práctica profesional de seis meses en Caprez Ingenieure AG (Chur, Suiza), tiene como objetivo proponer mejoras al marco regulatorio chileno de gestión de aguas servidas y aguas lluvias.

La metodología se estructuró en tres etapas. Primero se realizó una revisión del estado del arte internacional en la materia, basándose en políticas públicas de distintos países del mundo y estadísticas de países de la OCDE y miembros de la EurEau. Suiza recibe especial atención, ya que el autor pudo participar de la planificación de drenaje de aguas servidas y aguas lluvias en dicho país, estudiando de cerca las exigencias de la normativa, en la que se destaca la fuerte orientación a proteger al agua como un elemento del medio ambiente. En segundo lugar, se analizó la normativa chilena utilizando la técnica de Framework Analysis. Se revisaron leyes primarias, decretos, metodologías asociadas y documentación general respecto al servicio sanitario en Chile. Por último, se construyó una herramienta de análisis multicriterio compuesta por 10 criterios (cobertura de tratamiento, cobertura de recolección, eliminación de contaminantes, monitoreo, protección del medio ambiente, inversión, oportunidades, regulación, planificación, disponibilidad de información) y 28 indicadores para el tema de aguas servidas y 6 criterios (inversión, procedimientos, medio ambiente, resiliencia, planificación y disponibilidad de información) y 11 indicadores para el tema aguas lluvias. Los criterios describen las distintas dimensiones de los temas analizados, mientras que los indicadores se utilizan para valorar los

criterios en una escala de 1 a 5 dependiendo de la coherencia con lo observado en experiencias y estándares internacionales, desde un punto de vista social, ambiental y económico.

Por una parte, en aguas servidas, los criterios peor valorados fueron eliminación de contaminantes, protección de medio ambiente, regulación y disponibilidad de información. Los dos primeros debido al enfoque que adopta la normativa, orientado a proteger a los habitantes e infraestructura y no los ecosistemas. La regulación resultó ser un aspecto crítico, ya que, a nivel internacional se reconoce que una mayor inclusión de privados hace más necesaria la participación de contrapartes independientes, hecho que en Chile no sucede.

Para solucionar los problemas identificados en aguas servidas se proponen 16 medidas, dentro de las cuales se encuentra el reemplazo de la definición de contaminante por una en la que se entienda como tal todo elemento que altere el estado natural del ecosistema, la creación de una Asociación del Agua a nivel nacional que actúe como ente generador de investigación, desarrollo e innovación relacionada con el sector sanitario y la creación de Corporaciones Administradoras de Cuenca que actúen como ente regulador independiente y contraparte de proyectos sanitarios. Por otra parte, en el tema aguas lluvias, existen puntos débiles asociados al medio ambiente y la inversión. Esto ya que, no se prioriza la infiltración como método de drenaje, no se valoriza la recarga de acuíferos como un beneficio en la evaluación económica, y hay deficiencias en la planificación a largo plazo.

En este aspecto se proponen 5 grandes medidas. Dentro de las más relevantes se encuentra el priorizar la infiltración natural para aumentar la recarga de acuíferos y controlar la calidad y cantidad de las aguas descargadas, definiendo al Manual de Drenajes Urbanos como requisito vinculante en proyectos de drenaje. Además, se propone cambiar la metodología de evaluación de proyectos costo-beneficio por una costo-eficiencia, con el objetivo de no priorizar la inversión de infraestructura en zonas de mayor plusvalía en desmedro de otras que no lo son.

Si bien las mejoras propuestas tienen una componente económica, su efecto en las tarifas está fuera del alcance de este estudio. En estudios futuros es fundamental evaluar posibles subvenciones estatales en aquellos casos que sea necesario.

El trasfondo de las medidas propuestas yace en la necesidad de un **cambio profundo en la concepción del agua**, que se alinee con el escenario actual de cambio climático, escasez hídrica en gran parte del país y la realidad de una sociedad que demanda **mayor participación en las políticas públicas**.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	1
1.1. Descripción del problema	1
1.1.1. Contexto general	1
1.1.2. Definición del problema.....	2
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
2. Antecedentes generales	6
2.1 Experiencias internacionales	6
2.1.1 Sistemas de administración	6
2.1.2 Regulación del servicio	13
2.1.3 Inversión y tarifas	16
2.1.4 Tratamiento y protección medio ambiental	19
2.1.5 Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)	24
2.1.6 Disponibilidad de información	27
2.2. Contexto marco regulatorio chileno.....	28
3. Metodología	31
3.1. Revisión y análisis marco regulatorio chileno.....	31
3.2. Construcción herramienta análisis multicriterio	32
4. Resultados y discusión.....	37
4.1. Revisión situación internacional	37
4.2. Revisión y análisis marco regulatorio chileno.....	38
4.3. Resultados análisis multicriterio.....	41
4.4. Análisis resultados aguas servidas	44
4.5. Análisis resultados aguas lluvia.....	47
4.6. Propuestas de mejora	50
4.6.1. Aguas servidas.....	50
4.6.2. Aguas lluvia.....	58
5. Conclusiones	62
Nomenclatura	71
Bibliografía.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Descripción de problemas relacionados con la gestión de aguas servidas y aguas lluvias.	3
Tabla 2.1 Tipos de participación de privados en la operación.	7
Tabla 2.2 Modalidades de regulación a la operación de servicios sanitarios.	14
Tabla 2.3 Ejemplos de estrategias de gestión integrada a nivel de cuenca.	25
Tabla 3.1 Resumen documentos normativos revisados (Chile).	31
Tabla 3.2 Herramienta de análisis multicriterio.	33
Tabla 4.1 Temas relevantes abarcados por el marco regulatorio chileno y principales observaciones.	38
Tabla 4.2 Resultados indicadores y fuentes empleadas.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Relación entre la cobertura de tratamiento (OCDE, 2018b) y los sistemas de propiedad/administración de servicios sanitarios en países de la OCDE (Anexo F). Se expresa en términos de la población total.	10
Figura 2.2 Inversión per cápita anual (USD) en servicios sanitarios y estimación de la distribución de la inversión en términos absolutos y relativos al PIB.	17
Figura 2.3 Tarifas de Países registradas por la EurEau (de los estados miembros no hay registro de Bulgaria, Chipre, Croacia, España y Serbia) y sus respectivos PIB per cápita en USD equivalente (EurEau, 2017).	19
Figura 3.1 Ejemplo de ficha para recopilación de información de indicadores.	32
Figura 4.1 Resultados criterios aguas servidas.	45
Figura 4.2 Resultados criterios Aguas Lluvias.	49

TABLA DE ANEXOS

Anexo A	Marco Regulatorio Suiza
Anexo B	Capacidades de Plantas de Tratamiento
Anexo C	Uso de Aguas Tratadas en Riego
Anexo D	Fichas Análisis Marco Teórico
Anexo E	Resumen Análisis Marco Regulatorio Chileno
Anexo F	Recopilación y Análisis Información Países OCDE
Anexo G	Inversión Países Miembros Eureau
Anexo H	Indicadores Evaluación Multicriterio
Anexo I	Empresas Sanitarias Chile

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1. Introducción

1.1. Descripción del problema

1.1.1. Contexto general

Las aguas residuales son una combinación de uno o más efluentes provenientes de hogares, industrias, edificios comerciales, hospitales y tierras agrícolas. En particular, las aguas residuales domésticas se clasifican en aguas negras y aguas grises, la primera contiene excrementos, orina y desechos sólidos, mientras que la segunda es el agua de duchas y lavabos (Raschid-Sally y Jayakody, 2009). En Chile se utiliza el concepto de aguas servidas para referirse a las aguas negras y grises generadas por una comunidad (INN, 2009).

Por otro lado, las aguas lluvias o pluviales son aquellas que provienen directamente de las precipitaciones (Ministerio de Justicia, 1981).

La cantidad y la velocidad en que se conduce el agua lluvia depende directamente de la permeabilidad de los suelos (Chan *et al.*, 2016). Si la lluvia precipita sobre suelo permeable, recargará el agua subterránea, mientras que una menor permeabilidad obliga al agua lluvia a permanecer en la superficie y fluir como escorrentía. Las ciudades cambian la permeabilidad de los suelos al cubrirlos con pavimento y edificios, lo que aumenta la escorrentía y disminuye las tasas de recarga de los depósitos de agua subterránea. El aumento de la escorrentía en invierno causada por superficies no permeables aumenta la probabilidad de inundaciones, lo que representa un riesgo para las personas, el medio ambiente y la infraestructura. Del mismo modo, la falta de recarga de agua subterránea puede conducir a problemas de abastecimiento de agua potable en verano.

Las necesidades y las consecuencias relacionadas con las aguas residuales y el agua lluvia son similares en todos los países, pero las soluciones varían según los marcos regulatorios y las capacidades de inversión que a su vez dependen del momento político-económico en que se tomen las decisiones.

El tema en Chile es de gran interés y discusión pública, dado los severos problemas presentados los últimos años en cuanto a la protección del agua y la gestión de los servicios relacionados. Este trabajo aborda dicha problemática haciendo una revisión sistemática al marco regulatorio mediante la técnica de Framework Analysis, una evaluación multicriterio para identificar los

aspectos menos favorables y una posterior búsqueda de soluciones para los dichos aspectos. La búsqueda de soluciones se hará teniendo como referencia el marco regulatorio de la Unión Europea, Reino Unido y Suiza, estándares internacionales propuestos en su mayoría por organizaciones de la ONU y análisis estadístico de elementos cuantificables dentro de distintos grupos de países como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), la Unión Europea, la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Servicios del Agua (EurEau), entre otros. Además, dentro del análisis se tendrá en consideración factores culturales que pueden condicionar los sistemas de gestión. En las conclusiones se responde acerca del tipo de administración óptima y mejoras necesarias en: la regulación del servicio, sistemas de inversión, políticas de protección medio ambiental, disponibilidad de información, gestión integrada de recurso hídrico y planificación y diseño resiliente.

1.1.2. Definición del problema

Los últimos años Chile ha enfrentado severos problemas en la administración del agua. Actualmente se registran 136 comunas con decreto de escasez hídrica (DGA, 2020) y 111 comunas con decreto de emergencia agrícola (Zambrano-Bigiarini, 2019), derechos de agua que no consideran la situación de cambio climático, contaminación de agua potable y ecosistemas como los casos (Bevilacqua, 2018; Diaz, 2019; Villaroel, 2019) de contaminación de agua potable de Osorno (julio 2019), rebalses de aguas servidas en Los Ángeles (agosto 2019) y la descarga de aguas servidas en lago Llanquihue (octubre 2017), inundaciones por falta de drenaje de aguas lluvias en prácticamente todas las ciudades (Toledo, 2016), entre otros. Esto ha puesto en discusión como el Gobierno concibe al agua y las responsabilidades que asume al respecto, la eficiencia del actual sistema de administración de servicios sanitarios, su idoneidad para el contexto medio ambiental y la capacidad del Gobierno para ser responsable de los drenajes de aguas lluvias en sectores urbanos (Vergara, 2005).

Basado en la definición de la gestión integrada del agua hecha por la iniciativa Blue Water Green Cities (Banco Mundial, 2012), la gestión del agua se puede dividir en cinco áreas: i) protección de cuerpos de agua, ii) explotación del recurso (fines industriales, regadío agrícola, etc.), iii) agua potable (extracción, tratamiento y distribución), iv) aguas servidas (recolección, tratamiento y disposición) y v) aguas lluvias (recolección y disposición). El alcance de este trabajo se limitará a

las aguas servidas y aguas lluvias. Para identificar algunos de los problemas asociados, la Tabla 1.1 muestra los puntos conflictivos del contexto nacional en cuanto a aguas servidas y aguas lluvias.

Tabla 1.1 Descripción de problemas relacionados con la gestión de aguas servidas y aguas lluvias.

Tema	Problema	Descripción	Fuente
Aguas Servidas	Monopolio	El sector se asume cómo un monopolio natural. Existen 59 empresas, de las cuales 2 controlan el 50% del mercado. Los usuarios no tienen posibilidad de elegir al operador.	(Alegría, 2003; SISS, 2019a)
	Cobertura	No hay cobertura de tratamiento en sector rural. Cobertura alcantarillado y tratamiento aproximadamente 78% a nivel nacional.	(SISS, 2017)
	Tratamiento de agua	El 2018, de las 299 plantas existentes en Chile, en promedio cada mes el 5% no cumplieron los umbrales. De estas, 7 plantas no cumplieron los estándares durante 6 o más meses.	(SISS, 2019a)
	Regulación	El 80% de las multas de 2018 fue por calidad de servicio. Sin embargo, las plantas de tratamiento que no cumplieron los estándares en 6 o más meses el 2018, siguieron operando sin cumplir umbrales el 2019.	(SISS, 2019a)
	Inversión	En 2015 (último registro público) la inversión recolección y tratamiento fue cercana a USD 10 por persona al año. Representa el 0.05% del PIB.	(SISS, 2019a)
	Conflictos de intereses	Empresas explotan infraestructura ya existente. No se les exige actualizar y mejorar procedimientos.	(MOP, 1989)
Aguas Lluvias	Inundaciones	Frecuentes inundaciones urbanas en eventos de precipitaciones	(Toledo, 2016)
	Responsabilidad Estado	Falta de estructura clara de responsabilidades. El 2005 se propuso un proyecto de Ley para obligar a las sanitarias a asumir la responsabilidad	(Vergara, 2005)

Tema	Problema	Descripción	Fuente
		de los drenajes. Las sanitarias lo consideran inconstitucional.	
	Inversión	10 ciudades sin inversión desde 1997. De la inversión que estimó necesaria la DOH ese año con un horizonte al año 2027, se ha invertido sólo el 28%.	(Arce, 2019)
	Conflicto de intereses	La inversión en infraestructura de drenaje es a largo plazo, no genera beneficio inmediato y no genera popularidad política.	(Millsap, 2016)
	Gestión de cuencas	No existe gestión integrada. En 1993 se propuso un proyecto de Ley y fue rechazado por el Congreso.	(Dourojeanni y Chevaleraud, 2010)
	Proyectos aguas lluvia	No está claro qué organismo está encargado de construir drenajes. Se favorecen sectores de mayor plusvalía.	(Vergara, 2005)
	Planificación	No hay coordinación de planes maestros entre las regiones. Falta de planes de emergencia	(Toledo, 2016)
	Falta de información	No existe caracterización completa (a nivel nacional) de acuíferos. Tampoco hay mediciones generalizadas de la calidad de los cuerpos de agua.	(Maureira y Kuijk, 2017)

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Formular propuestas de mejoras conceptuales al marco regulatorio chileno de recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas y aguas lluvias.

1.2.2. Objetivos específicos

- OE1: Analizar el estado del arte internacional relacionado con la recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas y aguas lluvias.
- OE2: Analizar el marco regulatorio chileno relacionado con la recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas y aguas lluvias.
- OE3: Evaluar el marco regulatorio de Chile a través de un método de análisis multicriterio y proponer mejoras para su actualización.

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES GENERALES

2. Antecedentes generales

2.1 Experiencias internacionales

Para establecer el panorama general de la gestión de aguas servidas y aguas lluvia, en primer lugar, se lleva a cabo una revisión de las estrategias adoptadas por distintos países del mundo. Especial atención reciben los países de Europa, por la disponibilidad de información, la homogeneidad de gran parte de la normativa debido a la Unión Europea y la existencia tanto de países altamente desarrollados como de otros que no lo son. Suiza es de especial interés ya que el autor, en su participación de la planificación de drenajes en dicho país, pudo estudiar de cerca sus políticas enfocadas a la protección del agua como elemento del medio ambiente y el carácter gubernamental de la gestión de aguas servidas y aguas lluvias. Se profundiza sobre el contexto político-administrativo de Suiza y su normativa vigente en el Anexo A.

Se analizarán los siguientes puntos: (1) sistemas de administración, (2) regulación, (3) inversión y tarifas, (4) políticas de protección medio ambiental, (5) gestión integrada del recurso hídrico y (6) disponibilidad de información.

2.1.1 Sistemas de administración

Aguas Servidas

Los tipos de sistemas de administración se caracterizan por el grado de participación de los gobiernos y empresas privadas. En general existen 8 modalidades de participación del sector privado (Alegría, 2003). De estas, en 4 la propiedad de la infraestructura se mantiene en el gobierno. Se entiende por un sistema privatizado por la adopción de alguna modalidad donde la operación, la propiedad o ambos aspectos correspondan totalmente a privados.

De esta forma, se pueden distinguir los siguientes tipos de administración:

- 1) De propiedad pública:
 - a) Contratos de servicio
 - b) Contratos de administración
 - c) Leasing y
 - d) Concesiones

2) De propiedad privada:

- a) BOOT (*Building-operation-ownership-transference*)
- b) BOOT inverso
- c) Propiedad conjunta o compañías mixtas;
- d) Traspaso o venta de activos.

La Tabla 2.1 resume las características de cada uno.

Tabla 2.1 Tipos de participación de privados en la operación.

Modalidad	Descripción	Riesgo comercial	Duración
Contratos de servicio	El privado se contrata para servicios puntuales (lectura de medidores, reparaciones de emergencia, entre otros). El ente público mantiene la propiedad y se encarga de la mantención.	Público	1-2 años
Contratos de administración	Se le paga a la empresa para operar el abastecimiento y/o saneamiento de agua.	Público	3-5 años
Leasing	Un privado arrienda las instalaciones públicas y se encarga de la operación, mantención y gerencia a cambio de derechos sobre las utilidades.	Compartido	8-15 años
Concesiones	Privado tiene responsabilidad total de los servicios y el ente público regula. El concesionario recolecta los cobros.	Privado	25-30 años
BOOT	El privado debe construir, operar y al final de un período transferir los bienes a la autoridad	Privado	20-30 años

Modalidad	Descripción	Riesgo comercial	Duración
	pública. Existente variaciones: BOT (propiedad pública), BOO (no hay transferencia), BTO (transferencia inmediata), ROT (No construye, sólo rehabilita)		
BOOT inverso	La diferencia con el anterior es que el ente público construye y transfiere inmediatamente al sector privado y delega la operación.	Público	20-30 años
Propiedad conjunta	Infraestructura es propiedad de sociedades anónimas cuyas acciones son propiedad tanto de privados como públicos. Estas también operan.	Compartido	Indefinido
Traspaso o venta de activos	Sector privado con responsabilidad completa sobre activos. Gobierno regula el servicio y las utilidades	Privado	Indefinida

No hay un conceso de cual sistema es el más conveniente (Beato, 1997; Caldes, 2017). El desempeño de cada sistema está estrictamente relacionado con los contextos político-económicos de cada país y el tipo de regulación.

Además de la efectividad de la administración, la discusión sobre cual sistema es mejor implica indirectamente abarcar la naturaleza del agua como bien económico, lo que conlleva al análisis de variables sociales, éticas e incluso religiosas (o cosmovisión en caso de algunos pueblos originarios de Latino América) (Anthony y Arnold, 2009). Debido al alcance de este trabajo no se profundizará al respecto, pero cabe destacar la importancia de incorporar estos factores en discusiones futuras.

El sector sanitario demanda altas inversiones anuales. Por ejemplo, en Estados Unidos se estima que hasta el año 2040 será necesaria una inversión anual de USD 40 mil millones en infraestructura de servicios de agua (Wharton University of Pennsylvania, 2015). Por esto la privatización es una solución atractiva cuando los estados no tienen los recursos para invertir a largo plazo en proveer el servicio, monitorear y realizar la correcta mantención de la infraestructura, o bien no tienen las capacidades técnicas para ello (Alegoría, 2003). Además influye en dicha decisión la presencia de ideologías políticas neoliberales que buscan privatizar la mayor cantidad de servicios para reducir el rol del gobierno y aumentar el del mercado en la provisión de servicios (Anthony y Arnold, 2009).

La privatización del agua es completamente distinta a la de otros servicios como la electricidad o la telefonía. En el caso del agua, se constituyen monopolios naturales, lo que imposibilita la competencia (Marín, 2009). De hecho, esto es una desventaja ya que la competencia en cualquier mercado contribuye a mejorar la calidad del servicio o producto y disminuir los precios (Kasper, 2019). A menor duración del contrato, mayor es el grado de competencia (SEP, 2006; Millsap, 2016).

La situación en el mundo es altamente variable, en especial en los últimos 30 años. En Europa la recolección de aguas servidas es mayoritariamente de propiedad y administración pública o bien con contratos de administración. Los casos de mayor participación de privados son Reino Unido (administración y propiedad totalmente privada) y Francia que presenta contratos a largo plazo (30 años) con privados (EurEau, 2018).

La Figura 2.1 muestra la situación en los países miembros de la OCDE, donde en el 54% muestran servicios sanitarios de propiedad y administración pública, 34% de propiedad pública con algún grado de participación privada en la operación, un 9% es de propiedad pública y administración mixta (pública y privada) y sólo en Reino Unido tanto la administración como la operación es privada. Dentro de los países con más de 90% de cobertura de tratamiento, todos son de propiedad pública menos Reino Unido. Dentro de ellos predomina la delegación de operación a privados.

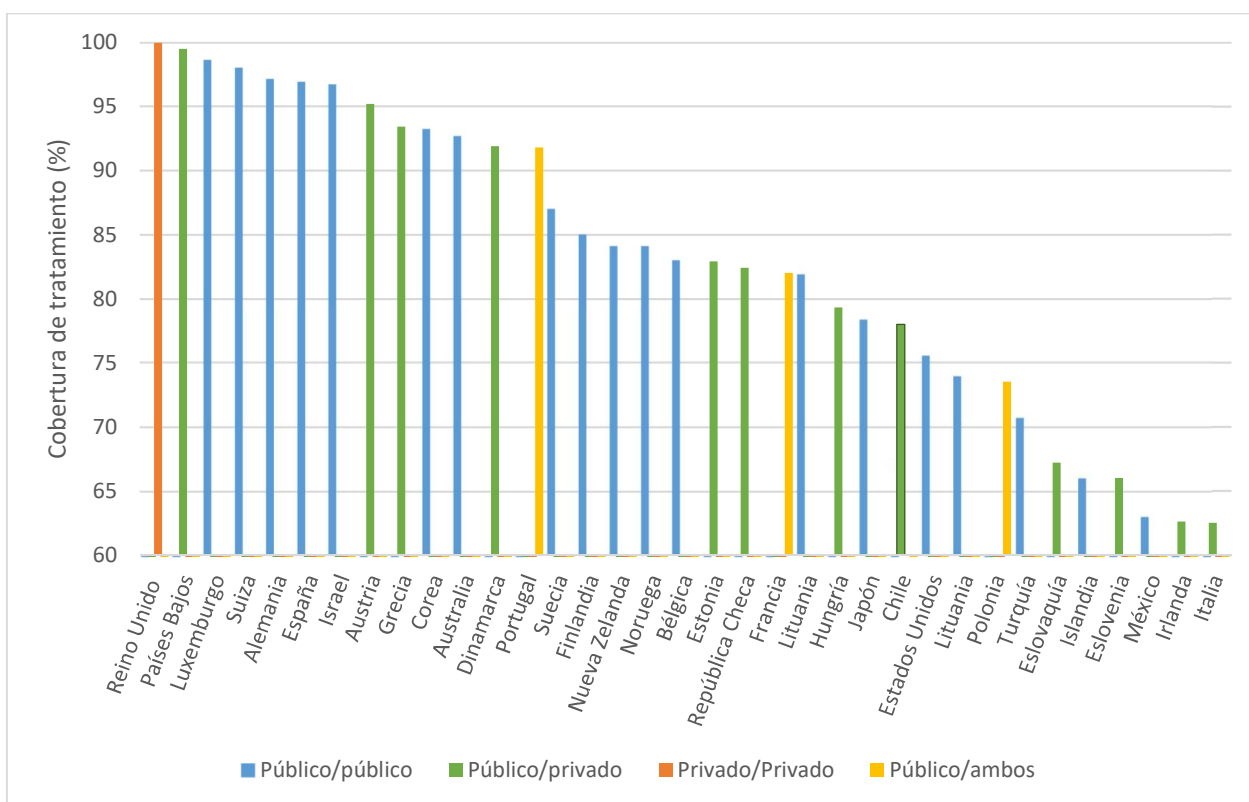


Figura 2.1 Relación entre la cobertura de tratamiento (OCDE, 2018b) y los sistemas de propiedad/administración de servicios sanitarios en países de la OCDE (Anexo F). Se expresa en términos de la población total.

Respecto a la privatización de los servicios sanitarios en Reino Unido, las opiniones son cruzadas, ya que a pesar de registrar buena calidad de agua potable (Martin, 2013), la contaminación en los ríos es preocupante (Carrington y Darnes, 2013). Además hay un gran rechazo público a los altos niveles de lucro, lo que ha generado que algunas empresas busquen formas para traspasar a un tercero la propiedad de la infraestructura (Lobina, 2001a). Por ejemplo, los gerentes de la empresa Welsh Water formaron una empresa sin fines de lucro denominada Glas Cymru (Dvir Cymru Cyf, 2019). Esta empresa se destaca por estar definida como *mutual y de garantía*, esto implica que la empresa pertenece a la comunidad y el financiamiento y deuda es asumido por esta. Glas Cymru compró Welsh Water, de manera que la infraestructura pertenece a ella (y por lo tanto a la comunidad) y es operada por Welsh Water (Dvir Cymru Cyf, 2019). En otras palabras,

sin que el gobierno interviniera, la propiedad de los activos se traspasó a la comunidad y esta contrata el servicio del operador.

Otra característica importante de la administración británica, es que es el único país del mundo con administración de servicios de agua privatizados que permite la competencia. Mediante la Ley de Competencia de 1998 se permite que un proveedor utilice infraestructura de otro proveedor, tal como una compañía telefónica puede utilizar las antenas de otra compañía (Baumert y Bloodgood, 2004). Esto se logró con la Ley del Agua de 2014, la que permite que todo cliente no residencial (empresas, organizaciones y otros) elija la empresa que le provea servicios de agua potable o recolección de aguas servidas (Priestley y Hough, 2016).

En Estados Unidos, la situación varía entre los Estados. Sin embargo, a manera general, en un comienzo la mayoría del servicio de recolección era provisto por privados y en 1990 comenzaron a emigrar a la administración pública por serios problemas en la calidad del agua (National Research Council, 2002). Actualmente cerca del 25% de la población recibe servicios por parte de empresas privadas (USEPA, 2015).

En 2007, 160 millones de personas en todo el mundo recibían servicio por parte de contratos público-privados. En total desde 1990 a 2007, 205 millones de personas habían recibido servicios de recolección de aguas servidas bajo dicha modalidad, lo que implica que entre dichos años 45 millones de personas volvieron a sistemas de administración pública, de los cuales aproximadamente 25 millones fue por término de contrato de sus proveedores (antes de tiempo) y 20 millones por contratos expirados (Marin, 2009).

Desde la primera Concesión en Corrientes (Argentina) en 1991, en Latino América proliferaron los contratos público-privados (Marin, 2009). En la mayoría de los casos la cobertura aumentó. No hay información respecto a si este aumento ocurrió sólo en zonas de mayores ingresos o fue homogéneo. Sin embargo, hay reportes de Colombia (Cartagena, Barranquilla y Tunja) donde entre el 60 y 80% de las nuevas conexiones se dieron en sectores de bajos ingresos. Respecto a la calidad, los estudios se basan tanto en la calidad químico biológica del agua como en la disminución de la mortalidad infantil, disminución de casos de diarrea y la normalización de la estatura y pesos de los niños, para afirmar que la incorporación de empresas privadas tuvo mejoras en la calidad del agua (Clarke *et al.*, 2008).

De acuerdo a Marín (2009), evaluar los resultados de cualquier tipo de contrato público-privado es complejo debido a: (1) la ambigüedad de los indicadores, (2) la multidimensionalidad del servicio y (3) la influencia de factores locales.

El primer punto se ve reflejado en el indicador “cobertura de recolección”. En países como México un alza de la cobertura puede ser debido al reconocimiento de conexiones ilegales o no reguladas ya existentes (Clarke *et al.*, 2008). En Chile la cobertura reportada oficialmente (cerca al 100%) es con respecto a la población existente dentro del área de concesión de las empresas (SISS, 2017). En países del África Subsahariana se reportan coberturas del 80%, pero son definidas dentro de áreas urbanas autorizadas, sin considerar sectores pobres de construcciones ilegales (Marín, 2009).

La multidimensionalidad del servicio representa un problema ya que no se pueden analizar las variables de manera aislada. Por ejemplo, no se puede evaluar un aumento en la cobertura sin tener en cuenta las interrupciones del servicio, ni tampoco un alza en los precios sin considerar una posible mejora en la inversión en mantención y construcción a largo plazo (Marín, 2009).

Las condiciones locales desde luego tienen un rol importante, sobre todo las políticas públicas (en la toma de decisiones) y factores geográficos y demográficos (en los costos y tarifas). Una mayor inversión en infraestructura aumentará el costo fijo en la tarifa, lo que puede llegar a ser la mayor parte (Marín, 2009).

Hay que tener en cuenta, además, que la eficacia de la administración pública está sujeta a intereses políticos. Desde el punto de vista de la aprobación popular del gobierno, es más eficaz una medida con efectos a corto plazo ya que los resultados de las medidas con efecto a largo plazo no son visibles. Por esto, los gobiernos pueden tender a tomar medidas orientadas a disminuir los costos del servicio en desmedro de realizar costosas inversiones en mantención y construcción, para lo que se necesitarían mayores tarifas, sin embargo se opta por mantener tarifas bajas, medida que si es apreciable a corto plazo (Clarke *et al.*, 2008; Millsap, 2016). Esto se subsana dándole más importancia a motivos técnicos y sociales en la toma de decisiones y haciendo participe a la población de las decisiones de inversión a largo plazo (FAO, 2007; Global Water Partnership, 2009), para generar un sentido de comunidad y de trabajo por un bien común.

Aguas lluvia

No se encontró evidencia de administraciones exclusivamente privadas sobre los drenajes de aguas lluvias. Indirectamente son de administración privada en los países como Inglaterra donde las redes son unitarias, por lo que el drenaje de las aguas lluvias es responsabilidad de las mismas empresas concesionarias del tratamiento de aguas servidas. Los costos son asumidos por los usuarios mediante un costo fijo dependiendo del valor o tipo de propiedad. Si eventualmente una propiedad no tributa a la red pública, el cliente puede apelar y verse exento de cargos. El costo del drenaje de vías es asumido por la concesionaria de las vías (Ofwat, 2019b).

En Alemania los usuarios deben pagar a las municipalidades por el drenaje de las aguas lluvias que precipitan sobre las propiedades (ntv, 2018). Los usuarios pueden sin embargo disminuir los cargos o bien evitarlos utilizando técnicas de infiltración de aguas lluvias o instalación de techos verdes. El costo de la tarifa llega a los USD 2.09 por metro cuadrado al año (ntv, 2018). En Suiza funciona de manera similar y los costos anuales rondan USD 1.4 por metro cuadrado (Stadt Zürich, 2018).

Ya que en Europa los sistemas son en su mayoría unitarios (Arnbjerg-Nielsen *et al.*, 2012), no se distingue una administración distinta para drenajes de aguas lluvias. Un caso distinto es el de Japón, donde el drenaje urbano es responsabilidad del Gobierno mediante la Corporación de Desarrollo Urbano (UDC), pero recientemente se ha incorporado la participación de empresas privadas para emplear técnicas de infiltración, retención y reutilización de aguas lluvias, en respuesta a la necesidad de mantener la función de las aguas lluvias en la recarga de los acuíferos (Matsushita *et al.*, 2001).

2.1.2 Regulación del servicio

Independiente del tipo de administración, en la mayoría de los casos la regulación del servicio es pública (Alegría, 2003). A mayor participación privada, más importante es el nivel de regulación que pueda ejercer la administración pública. Cada sistema regulador es diferente dependiendo de los contextos de cada país. Sin embargo, estos se pueden agrupar (Banco Mundial, 2019) en 4 tipos:

- Agencias externas no gubernamentales (Ej.: Reino Unido, Estados Unidos y Australia)

- Regulación por contrato (Ej.: Francia, Alemania y Uganda)
- Regulación por contrato con una contraparte (Ej.: Kenia y Colombia)
- *Self-regulation* (Ej.: San Francisco – Estados Unidos y Camboya)

La Tabla 2.2 muestra las descripciones, ventajas y desventajas de cada uno. El tipo de regulación en el que se puede clasificar al existente en Chile es “regulación por contrato”.

Tabla 2.2 Modalidades de regulación a la operación de servicios sanitarios.

Modalidad	Descripción	Ventajas	Desventajas
Agencias externas no gubernamentales	Organismo encargado sólo de la fiscalización del servicio. Pueden tener un alcance local o nacional además de estar o no vinculado al Gobierno. Las agencias para el control de calidad del agua potable son distintas de las agencias para controlar aspectos medio ambientales. La regulación de las tarifas permite utilidades pero no necesariamente las garantiza.	• En teoría no hay influencias políticas • Tarifas consideran significativa reinversión • Pueden aplicar tanto sanciones como incentivos • Es altamente requerido que la información sea de acceso público • Publicación de resultados de monitoreo	• Es necesaria gran coordinación entre la normativa y las agencias reguladoras • No se puede asegurar la independencia de la política
Regulación por contrato	En el contrato entre el propietario de la infraestructura y el operador se establecen condiciones de monitoreo. Pueden incluir a un tercero para el cálculo de tarifas. Se regula tanto la calidad del agua como estándares medio ambientales a nivel nacional. Existen Cortes Administrativas que velan por el correcto funcionamiento de ambas partes.	• Separación de los entes reguladores, del propietario y el operador. • Límites establecidos en contratos • Pueden aplicar sanciones e incentivos • Equilibrio garantizado por las Cortes	• Menor control a operadores públicos • Capacidad limitada de algunas municipalidades para fiscalizar • Inconsistencia en tarifas al ser aplicadas localmente • Falta de transparencia

Modalidad	Descripción	Ventajas	Desventajas
Regulación por contrato con una contraparte	Modalidad híbrida. Incluye un revisor independiente. Este revisor establece metodologías para calcular tarifas, términos y condiciones de servicio que deben ser aprobadas por el propietario. Este último monitorea. El revisor puede estar dividido en varias agencias que regulen los distintos aspectos del sistema.	• Permite al mismo tiempo flexibilidad en los marcos regulatorios y estandarizar consistentemente los procesos • Funciona con operadores públicos y privados	• Riesgo de centrar la atención sólo en los mayores operadores • Riesgo de perder eficiencia al regular sistemas descentralizados • Riesgo de que los gobiernos locales no monitoreen adecuadamente
Self-regulation	El propio operador controla sus funciones, establece tarifas y estándares y monitorea. El control de utilidades se suelen delegar a un tercero.	• Sistema uniforme a nivel nacional • Tarifas uniformes • Operaciones estandarizadas	• Difícil de replicar • No está claro cómo se tratan las diferencias entre el gobierno y el proveedor

Los **conflictos de interés** son un problema declarado en los organismos que deben regular operadores privados. Reino Unido, que cuenta con un sistema privatizado, aborda este tema declarando en el anexo A de sus estatutos (Ofwat, 2018) la **obligación de los miembros de la junta a declarar sus intereses económicos y los de sus familiares directos** en el *Register of Board Members' disclosable interests for the Water Services Regulation Authority* (Ofwat, 2019a), que incluyen: acciones, empleos pasados y presentes, participación en ONG, cargos públicos, membresía en sociedades u otro tipo de asociaciones, entre otros. **Esta declaración está sujeta a auditorías.** Además, declara como **intereses prohibidos** relaciones remuneradas con: compañías de agua potable o aguas residuales en Reino Unido, contratos de cualquier tipo con propietarios de compañías operadora del sector sanitario, cualquier compañía con licencia otorgada por Ofwat y afiliados a ellas. Los miembros quedan excluidos de participación en temas en los que puedan tener intereses, a menos de que, en casos excepcionales, la junta completa respalde su imparcialidad.

Además de los entes reguladores, la mayoría de los países de Europa cuentan con asociaciones que se preocupan de establecer procedimientos actualizados al estado del arte para el desarrollo

de proyectos de ingeniería. Estos son ampliamente reconocidos y los gobiernos solicitan utilizar dichos manuales al contratar a una empresa de ingeniería. Además, generan material de apoyo para el monitoreo del servicio e infraestructura y realizan capacitaciones en especial al personal de plantas de tratamiento.

Dichas asociaciones forman parte de EurEau, la Federación Europea +de Asociaciones Nacionales de Servicios de Agua, cuyo objetivo es consensuar a nivel de continente criterios de gestión de la calidad del agua, acceso y manejo de recursos (EurEau, 2019). Algunos ejemplos son: Verband Schweizer Abwasser [Asociación Suiza del Agua] (VSA), Water UK [Aguas Reino Unido], Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (Aeas), Norwegian Water [Aguas Noruegas] y The Danish Water and Wastewater Association [Asociación Danesa de Agua y Aguas Servidas] (DANVA).

2.1.3 Inversión y tarifas

La EurEau registra la inversión en términos totales de agua potable y aguas servidas. En el Anexo G de este trabajo se presentan las inversiones anuales totales aproximadas y un estimado de la inversión en aguas servidas y agua potable por separado. La Figura 2.2 muestra la inversión anual per cápita y el valor relativo al PIB. El promedio de inversión total es superior a los USD 100 por persona al año, siendo los más altos Eslovenia (336 USD/persona/año) y Suiza (280 USD/persona/año). De la inversión total se estima un 60% en recolección y tratamiento de aguas servidas, por lo que el promedio de inversión es de USD 64 por persona al año con un mínimo de USD 16 por persona al año (Rumania) (EurEau, 2017).

Con respecto a los PIB (OCDE, 2018a), la mínima inversión es de Italia (0.08% total), el promedio es de 0.23% y el máximo es de 0.87% (Eslovenia), seguido por Suiza (0.386%) y Noruega (0.299%). En Reino Unido la inversión en aguas servidas es cercana al 0.34% del PIB. Países Bajos presenta una inversión levemente inferior al promedio (0.20%).

Uno de los objetivos de la Directiva Marco del Agua de la Unión Europea es disminuir las brechas de monitoreo y gestión existentes entre los países miembros (The Council of the European Union, 2000), por lo tanto, la variación observada en la inversión se debe a la brecha que presentan los países respecto a dicha norma.

En la mayoría de los casos la inversión es financiada por las tarifas e impuestos (EurEau, 2017). Dentro de los países de la Unión Europea, se observan mayores inversiones en aquellos países que muestran mayor brecha con los estándares acordados (EurEau, 2017). Como se mencionó anteriormente la inversión en Reino Unido es totalmente privada.

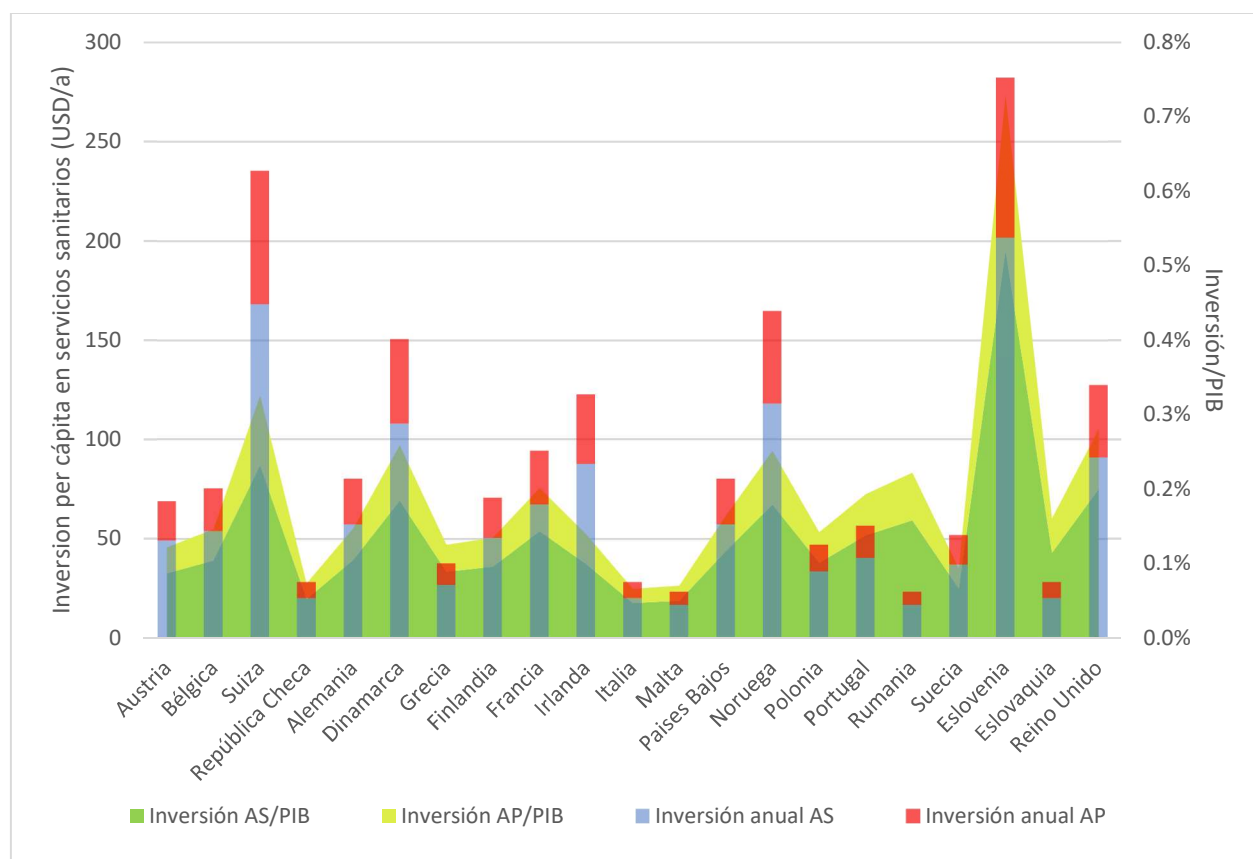


Figura 2.2 Inversión per cápita anual (USD) en servicios sanitarios y estimación de la distribución de la inversión en términos absolutos y relativos al PIB.

La capacidad de las plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) puede ser interpretado como un indicador del nivel de inversión (Anexo B). Los países de Europa tienen en promedio capacidad para tratar un 66% de la producción de aguas servidas, Estados Unidos para tratar un 6% más y Canadá un 56% más, mientras que en América Latina la capacidad es un 92.44% menor a la producción. En Chile la capacidad es un 12% menor a la producción (FAO, 2019).

Respecto a las tarifas, estas no se deben comparar directamente por la existencia de otras variables que influyen en la variación (inflaciones internas, PIB, subvenciones, entre otros), por lo cual no necesariamente un precio más bajo indica un mejor servicio. Sin embargo, utilizando el índice de Poder de Paridad de Compra (PPC) se puede transformar la divisa local a un dólar estadounidense equivalente (USDeq) (OCDE, 2001). De esta manera se trabaja con una moneda que tiene la misma capacidad adquisitiva en los distintos países miembros de la EurEau (Figura 2.3). Esta transformación se hace sólo para el PIB, las tarifas son conversiones directas de la moneda local a dólar.

Si bien a grandes rasgos se observa la tendencia de que países con menor PIB per cápita presentan menor tarifa, los países de mayores ingresos muestran excepciones. Luxemburgo, cuarta tarifa más alta, tiene tarifas menores sólo a Finlandia, Dinamarca y Noruega, a pesar de contar con un alto PIB per cápita, incluso, cercano al doble de Finlandia. La tarifa de Suiza es sólo superior a la de Irlanda (nula) a pesar de ser el tercer país de mayor PIB. El caso de Irlanda es otra excepción, ya que el agua para uso doméstico tiene costo sólo al sobrepasar los 213 m³ al año (583 litros por cliente al día). De los países en la Figura 2.3, el único con un sistema de administración privatizado es Reino Unido, y su tarifa se encuentra dentro de la tendencia a disminución respecto a la disminución del PIB per cápita.

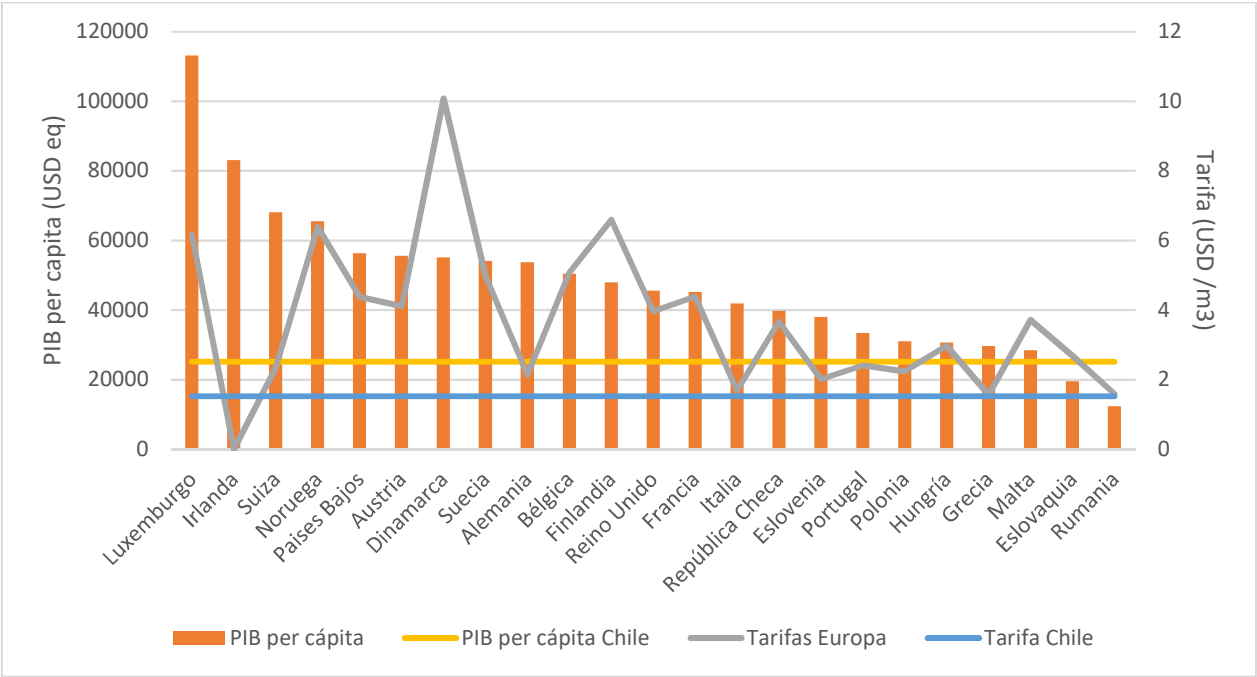


Figura 2.3 Tarifas de Países registradas por la EurEau (de los estados miembros no hay registro de Bulgaria, Chipre, Croacia, España y Serbia) y sus respectivos PIB per cápita en USD equivalente (EurEau, 2017).

Una tarifa baja no necesariamente implica un sistema más eficiente. Una tarifa baja se puede dar en países que ya alcanzaron alto desarrollo de la red y no requieren grandes inversiones, países con alta subvención estatal o en países de bajos ingresos dónde se flexibilicen las exigencias en post de disminuir los costos de operación. Esto se puede observar en Chile que, si bien tiene PIB per cápita similar a Portugal, Polonia, Hungría, Grecia, Malta y Eslovaquia, tiene tarifas menores y las últimas modificaciones a la normativa han flexibilizado los requerimientos para cumplimiento de umbrales.

2.1.4 Tratamiento y protección medio ambiental

Aguas servidas

La protección de los cuerpos de agua está estrictamente relacionada con la responsabilidad que asumen los gobiernos respecto a su protección. En este sentido la Unión Europea unifica las responsabilidades mínimas que deben asumir los gobiernos mediante la Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas (European Commission, 2019b). Esta se divide en: (1) planificación,

(2) regulación, (3) monitoreo y (4) reporte de información. A continuación, se mencionan algunas de las exigencias más relevantes establecidas en esta Directiva.

Planificación

- Definir como “áreas sensibles” las zonas cuyos acuíferos así clasifiquen como: a) agua dulce, estuarios y aguas marinas eutrófica o que pueden llegar a serlo, b) Agua dulce superficial para el consumo humano con alto contenido de nitratos, c) áreas sujetas a otras normativas (pesca, baño, conservación de ecosistemas, etc.).
- Las zonas pobladas con más de 10000 PE (Población Equivalente) dentro de cuencas definidas como sensibles deben recibir un tratamiento más estricto que el secundario.
- Establecer un programa técnico y financiero para cumplir las exigencias de la Directiva.

Regulación

- Establecer sistemas para regular todas las descargas de aguas servidas urbanas
- Asegurar que toda aglomeración con más de 2000 PE recibe servicio de recolección de aguas servidas
- Aglomeraciones menores de 2000 PE que tengan sistema de recolección deben recibir tratamiento adecuado.
- Considerar como mínimo tratamiento secundario. Esto es, tratamiento biológico (uso de bacterias) para eliminar sólidos disueltos y suspendidos que permanecen luego del tratamiento primario (Patel y Vashi, 2015).
- Asegurar que el medio ambiente esté protegido de efectos adversos de la descarga de aguas servidas
- La reutilización o disposición de lodos de tratamiento de cumplir con las correspondientes directivas. Se prohíbe la disposición de lodos sobre superficie descubierta.

Monitoreo

- Para aguas dulces y estuarios: si es un cuerpo de agua normal y la población equivalente de la descarga es mayor a 2000 se debe controlar la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). Si el cuerpo de agua es sensible y la población

equivalente superior a 10000, se debe analizar además la concentración de Fósforo y Nitrógeno.

- Para aguas marinas: si es un cuerpo de agua normal y la población equivalente de la descarga es mayor a 10000 se debe controlar la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO). Si el cuerpo de agua es sensible y la población equivalente superior a 10000, se debe analizar además la concentración de Fósforo y Nitrógeno.

Reporte de información

- En cuerpos de agua compartidos por más de un país, se debe asegurar la compatibilidad de la información y mecanismos de cooperación.
- Reportar a la Comisión Europea la implementación de los acuerdos en la legislación nacional.
- Reportar a la Comisión Europea los niveles de cobertura, eficiencia de tratamiento y la calidad de los cuerpos receptores

Por otro lado, el cambio climático presenta problemáticas en la gestión de aguas servidas (Chappelle *et al.*, 2019) a los cuales las normativas deben anticiparse. Algunos de estos son:

1. Una menor disponibilidad de agua para consumo humano implica una menor descarga para su posterior tratamiento. Las plantas están diseñadas para operar con una determinada demanda, y una disminución drástica puede generar complicaciones en la operación, daño en los sistemas y aumentar los costos.
2. Uso de agua desalinizada en lugares que antes no la usaban (y que por lo tanto sus plantas de tratamiento no estaban diseñadas para eliminar dichos excesos de sales) afecta la calidad final del agua tratada.
3. El aumento de la temperatura en los ríos y cuerpos de agua por el cambio climático es una amenaza para los ecosistemas. Esto hace que un aumento producto de la descarga de aguas servidas sea más grave que en ausencia de cambio climático.
4. En sistemas unitarios, las precipitaciones intensas no usuales pueden colapsar las redes de alcantarillado, generando descargas no planificadas, daño a las plantas de tratamiento, colapso de calles entre muchos otros problemas.

Además, hay tendencias internacionales a **eliminar microcontaminantes**. Estos corresponden a restos de químicos farmacéuticos que no son removidos por los tratamientos primarios ni secundarios. Estos se encuentran en bajas concentraciones (rangos de ng- µg/l) pero cuyas consecuencias en los humanos y en la fauna de los cuerpos de agua puede ser muy grave (Liu *et al.*, 2015).

A nivel internacional aún no se toma en cuenta este punto. La EurEau hizo un llamado a los países a legislar al respecto, sin embargo tampoco se generaron recomendaciones para el tratamiento si no que se recomendó prever su incorporación al ciclo del agua (EurEau, 2019). En Suiza se legisló al respecto el 2014. Se estableció una lista de microcontaminantes y se definió como umbral de eliminación un 80% de dichos contaminantes (Schweizerische Bundesrat, 1998).

Alemania si bien no ha legislado al respecto aún, el Ministerio de Medio Ambiente evaluó el estado actual de los cuerpos de agua en comparación a umbrales propuestos por diversos estudios, revelando exceso de diclofenaco e ibuprofeno en los valores promedio de las mediciones hechas entre 2013 y 2015 en las estaciones de medición del Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser (Grupo de Trabajo de la Federación y Regiones para el Agua, LAWA) (Umwelt Bundesamt, 2018). Otros países como Noruega, Suecia, Dinamarca y Bélgica también han avanzado en investigaciones (EurEau, 2019).

Por otro lado, dentro del contexto del cambio climático, el tratamiento de aguas servidas genera oportunidades en la producción de energías renovables (Kollmann *et al.*, 2017). En Suiza se pueden observar algunas aplicaciones. En la planta de tratamiento de Berna, el biogás contenido en los lodos, en un comienzo se utilizaba para calefaccionar la misma planta, luego se utilizó para abastecerla de energía eléctrica (parcialmente) y hoy en día se transforma en biometano, el cual luego es utilizado por el transporte público de la misma ciudad (Arabern, 2019). Otro ejemplo es el uso de calefacción distrital. En Chur y Haldenstein (Suiza) el agua tratada se calienta y es utilizada para “distribuir calor” antes de depositarla (IBC, 2019). Lo mismo se hace en la ciudad de Aurich, Alemania, para calefaccionar el gimnasio y piscina municipal (Stadt Aurich, 2019).

Como se mencionó, la capacidad de tratamiento de las PTAS no necesariamente satisface la producción de aguas servidas. Esta situación varía de país en país dependiendo de las capacidades

de inversión (Anexo B). Una PTAS que procesa más agua que para la que está diseñada pierde eficiencia y eleva los costos de operación.

Las aguas servidas después de ser tratadas pueden ser ocupadas para riego, lo que es favorable especialmente en países de bajos ingresos o con problemas de escasez hídrica (Anexo C). China es el país del mundo que más agua tratada utiliza para regadío (1260 Mill. m³/año) seguido por Arabia Saudita con 535 Mill. m³/año. De los países europeos sólo Italia utiliza aguas tratadas con este fin (87 Mill. m³/año). En América Latina los países que practican este uso de las aguas tratadas (no necesariamente de manera formal) son: México, Chile, Perú y Brasil (AQUASTAT, 2018).

Aguas lluvias

Los estándares internacionales respecto a drenaje de aguas lluvias consideran que la primera opción para drenaje debe ser implementar sistemas de infiltración o retención, considerando la importancia de las aguas lluvias para la recarga de los acuíferos (FAO, 2003; Ballard Woods *et al.*, 2015; Khoury-nolde, 2019).

Además, las regulaciones más avanzadas consideran la posible contaminación de las aguas lluvias al entrar en contacto con la superficie, teniendo en cuenta la presencia de polvo, materia orgánica, pesticidas y metales pesados (contaminación difusa) (Schweizerische Bundesrat, 1998; Rodríguez, 2017). La contaminación se debe evitar en tres etapas: prevención de presencia de contaminantes, tratamiento previo a infiltración y tratamiento previo a descarga (Rodríguez, 2017). Por otro lado es importante retener los caudales máximos para evitar inundaciones (Rodríguez, 2017).

Para ello existen técnicas denominadas Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), que tienen como objetivo preocuparse de la cantidad de agua descargada, la calidad de esta y prestar un servicio a la comunidad al servir de áreas recreativas y aumentar la biodiversidad (Rodríguez, 2017).

Ya que los países en Europa en su mayoría cuentan con sistemas unitarios, resulta difícil que incorporen medidas para infiltrar las aguas (Arnbjerg-Nielsen *et al.*, 2012). Sin embargo, la utilización de SUDS para aumentar las áreas de infiltración han aumentado mediante el uso de

pavimentos permeables, techos verdes, estanques de retención, humedales, entre otros. En Suiza uno de los objetivos de la normativa es orientar los diseños a separar las aguas servidas de las aguas lluvias e implementar sistemas de infiltración como primera alternativa (Schweizerische Bundesrat, 1998).

2.1.5 Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)

La GIRH se define por la Asociación Mundial del Agua (GWP) como un *“proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos asociados, para maximizar el bienestar económico y social resultante de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales”* (Global Water Partnership, 2009).

Para esto, se ha identificado la **cuenca hidrográfica como una unidad práctica para dividir las administraciones** (Global Water Partnership, 2009). Esto permite resolver problemas aguas arriba y aguas abajo de un río, unificar políticas entre regiones para lagos y acuíferos y realizar acuerdos internacionales para cuencas transfronterizas. Las metodologías existentes determinan “Organismos de cuenca”, que son instituciones, o en casos sólo grupos informales de personas, a cargo de la gestión. La GWP (2009) clasifica los tipos de organismos de la siguiente manera:

- a) Comisiones: exclusivas para una cuenca, generalmente transfronterizas. Pueden ser sólo consultivas o regulatorias. Ejemplo: International Joint Commission (entre Estados Unidos y Canadá).
- b) Direcciones generales u organismos de cuenca: ente regulatorio que realiza la planificación a nivel de cuenca. Tiene la potestad de aprobar o rechazar explotación. Otras responsabilidades son: generar políticas públicas, monitoreo y generación de información, intercambio de información y educación pública. Ejemplo: Direcciones Generales de Cuenca en Rumania, Comité de Cuenca Hidrográfica y Comisiones Locales del Agua en Francia.
- c) Asociaciones o consejos de cuenca: grupo formal o informal multisectorial con el objetivo de ser asesor del gobierno. No corresponde a un ente regulador. Ejemplo: Asociación del Ruhr, Alemania.
- d) Corporaciones o empresas: entes explotadores de los recursos naturales de una cuenca, regulan sus propios impactos ambientales a nivel de cuenca. No tienen funciones

regulatorias, pero si pueden servir de consulta. Operan en paralelo a organismos de cuenca del gobierno. Ejemplo: Unidad de Cuenca del Río Peñas Blancas, Costa Rica.

En ocasiones, la gestión integrada de recurso hídrico se puede llevar a cabo con planes reguladores provistos por gobiernos locales sin necesidad de un organismo de cuenca, como sucede en Suiza y la Unión Europea (Schweizerische Bundesrat, 1998; European Commission, 2019a).

Esto no es algo del todo nuevo. Incluso en países en vías de desarrollo existen numerosos casos dónde se han implementado organismos de gestión de cuenca o políticas para ello. La Tabla 2.3 muestra distintos organismos o planes creados por algunos países subdesarrollados y en vías de desarrollo, los años en que se crearon y las fuentes respectivas.

Tabla 2.3 Ejemplos de estrategias de gestión integrada a nivel de cuenca

País	Organismo o planes	Año	Fuente
Argentina	Organismos de cuenca	1970-1990	(Pochat, 2005)
Bolivia	Organismos de gestión de cuenca	2006	(Cooperación Suiza en Bolivia, 2018)
Brasil	Consejo Nacional de Recursos Hídricos + Comités de Cuencas Hídricas	1997	(Global Water Partnership, 2009)
Burkina Faso	Plan de GIRH	2003	(Global Water Partnership, 2009)
Colombia	Plan de Manejo y Ordenamiento de una Cuenca	2014	(Global Water Partnership, 2009)
Ghana	Comisión de Recursos Hídricos (multisectorial)	1998	(Global Water Partnership, 2009)
México	Organismo de Cuenca de la Península de Yucatán	2004	(Global Water Partnership, 2009)

Los organismos de gestión de cuenca tienen riesgo de fracaso. Su institución es ambiciosa, ya que dicho en pocas palabras su objetivo es fomentar la sostenibilidad del recurso hídrico en todos sus aspectos. En 1994 la CEPAL definió este desafío como *“crear genéticamente un animal que sea*

capaz de proporcionar carne y leche, y además ponga huevos y dé lana, y a la vez sea simpático y tolerante para tener cabida política, y no coma mucho para que mantenerlo no sea costoso” (Dourojeanni, 1994).

Para evitar el fracaso se recomienda **un desarrollo paulatino de estos organismos y sus atribuciones**, además de tiempo para adaptar las políticas hídricas y políticas económicas, ya que su coherencia con los objetivos de la GIRH es fundamental (Dourojeanni, 1994). Además, es necesaria una alta participación pública, lo que demanda altos esfuerzos en educación y generación de conciencia.

La experiencia de Bolivia, por ejemplo, en la creación de los Organismos de gestión de cuenca tuvo grandes fallas, siendo algunos de los problemas: la limitada capacidad técnica y la falta de claridad sobre la misión de los organismos en la GIRH por parte de los mismos miembros (Cooperación Suiza en Bolivia, 2018). Para esto el 2014 comenzó un programa de cooperación internacional aún en curso, entre el gobierno boliviano (a través del Plan Nacional de Cuencas), Suiza (a través de Helvetas Swiss Intercooperation) y Alemania (a través del programa de agricultura de la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional PROAGRO/GIZ), para fortalecer la capacidad técnica de los Organismos de Cuenca.

Por otro lado, en los países desarrollados esto tampoco ha estado exento de dificultades. En el año 2000, la Directiva Marco del Agua (The Council of the European Union, 2000) logró una de las legislaciones más completas y ambiciosas de la Unión Europea: un marco común para la gestión del agua y la protección medioambiental basado en la gestión integrada de cuencas (Giakoumis y Voulvoulis, 2018). A pesar de las altas expectativas, los objetivos no se cumplieron a totalidad ni en los plazos esperados. Este marco incluía una caracterización completa de los acuíferos para finales de 2015, para dicho año el 40% del estado de los cuerpos de agua superficiales eran desconocidos y existían 73 casos de incumplimiento de la legislación (Giakoumis y Voulvoulis, 2018).

Reino Unido presenta una experiencia distinta. En 1974 se conformaron 10 Autoridades Regionales de Agua (RWA) a nivel de cuenca (Lobina, 2001b). Al momento de privatizar los servicios de agua fueron dichas autoridades las que se vendieron por acciones. Hoy las empresas operan a nivel de cuenca y son reguladas a nivel nacional (Lobina, 2001b) por: la Agencia de Medio

Ambiente (gubernamental), la Inspección de Agua Potable (no gubernamental) y Ofwat (regulador económico, no gubernamental).

2.1.6 Disponibilidad de información

Es imprescindible para abordar una mejora en GIRH mejorar la disponibilidad de información básica, como la cantidad de usuarios, la calidad del agua potable, de los cuerpos receptores y del tratamiento de aguas servidas (UNEP, 2012).

Como ya se mencionó, la Directiva Marco del Agua de la UE exige una caracterización completa de los acuíferos. Esta debe contener: límites hidrológicos de los acuíferos, identificar puntos de contaminación, extracción y recarga artificial, las características de los estratos de suelos subyacentes en la cuenca de dicho acuífero e identificar dependencias con ecosistemas terrestres y aguas superficiales.

Para los acuíferos identificados como en riesgo se debe llevar a cabo una caracterización más profunda, añadiendo: caracterización geológica, caracterización hidrológica (conductividad hidráulica, porosidad y confinamiento), estratificación del agua dentro del acuífero, recarga anual y caracterización química.

Todos los países de Europa tienen servicios geográficos y/o topográficos que forman parte de la EuroGeoSurveys, organización sin fines de lucro que reúne información geológica de todos los países y genera bases de metadatos sobre un amplio espectro de temas geológicos. En el portal *Geological Data Infrastructure* (EGDI) se pueden encontrar mapas de acuíferos de todo Europa y un mapa que los agrupa todos (<https://www.europe-geology.eu>). En este mapa se clasifican 6 tipos de acuíferos dependiendo de su productividad (alta, moderada o baja) y los tipos de roca (rocas karstificadas, porosas o fisuradas), además de una clasificación litológica y áreas de intrusión de aguas marinas (EuroGeoSurveys, 2019). Para mayor información, los servicios geológicos de cada país tienen visores online donde se puede acceder a mediciones y mapas. Por ejemplo el Departamento de Medioambiente de Suiza dispone de un visor online con las mediciones continuas de recarga y nivel de los acuíferos, la concentración de nitratos, fósforo halógenos volátiles, entre otros (<https://map.geo.admin.ch>). Además registra en mapas estáticos la presencia de farmacéuticos y pesticidas (BAFU, 2019).

Además, existen empresas como Darnuzer (Suiza) que realizan catastros compatibles con SIG de las redes de alcantarillado y drenaje de aguas lluvias. Estos contienen: tipo de agua que conducen (aguas servidas, aguas lluvias o ambas), año de construcción, diámetro, material, alturas y detalles de las cámaras. Por otro lado, existen modelos de elevación digital de la topografía de las ciudades, incluyendo información de las infraestructuras, lo que es de gran utilidad al planificar los drenajes (Swisstopo, 2019).

2.2. Contexto marco regulatorio chileno

En Chile ha habido históricamente buena provisión de agua potable y alcantarillado en comparación con otros países de América del Sur (Alegría y Celedon, 2006). Sin embargo, el déficit en el tratamiento de aguas residuales ha causado un gran daño a la salud de las personas y al medio ambiente. Según Alegría y Celedón (2006) hasta 1990, solo el 8% de las aguas residuales domésticas recibieron tratamiento.

Debido a la rápida y alta inversión necesaria, en los años noventa el gobierno decidió privatizar el servicio (Alegría y Celedon, 2006). El sistema de alcantarillado chileno se considera un servicio prestado por compañías constituidas como sociedades anónimas, cuyas acciones son mayoritariamente de propiedad privada. El servicio está regulado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), institución creada por la Ley 19902 (Ministerio de Economía, 1990).

En total, hoy existen 59 empresas sanitarias (Anexo I). De estas, 54 brindan servicios sanitarios (producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas residuales) en 12 regiones del país. Las otras 5 compañías operan en 3 regiones (donde coexisten dos o más compañías) sin proporcionar uno o más de dichos servicios sanitarios (SISS, 2017). Estas compañías tienen sus responsabilidades acotadas a un área específica denominada Territorio Operacional (TO), donde se concentra el 79.85% de la población total y el 90.94% de la población urbana registrada por el CENSO del 2017 (INE, 2017).

La privatización del servicio permitió una rápida expansión de la red, convirtiendo a Chile en uno de los países sudamericanos con mayor cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en áreas urbanas. En 1990, la cobertura de alcantarillado en áreas urbanas era del 81%, pero solo se trataba el 10% de las aguas residuales (Alegría y Celedon, 2006). Según el Informe de

cobertura sanitaria (SISS, 2017), la cobertura de alcantarillado en el TO alcanzó el 97,15% y el tratamiento alcanzó el 99,97% (respecto a la población conectada al alcantarillado).

Las leyes y decretos fundamentales relacionados con la gestión de aguas servidas y aguas lluvias (SISS, 2019b) consisten de:

- DFL N° 382, Ley General de Servicios Sanitarios (MOP, 1989)
- Ley N° 20.998, Ley que regula los servicios sanitarios rurales (MOP, 2017)
- Ley N° 19.525, Ley de aguas lluvias (MOP, 1997)
- DS 90, Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales (MINSEGPRES, 2001)
- DS 46, Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas (MINSEGPRES, 2003)

Las primeras dos son responsabilidad del SISS, la tercera del MOP y la cuarta y quinta del MINSEGPRES y del MMA. Las concesiones y tarifas tienen además su propio marco regulador. La completa compilación se puede encontrar en “Compendio normativo de los servicios sanitarios” (SISS y Centro UC, 2018). A los proyectos de inversión pública (aguas lluvia, aguas servidas rurales y en ocasiones aguas servidas urbanas), se le suman además las respectivas Metodologías de Formulación y Evaluación de Proyectos del Sistema Nacional de Inversiones (Ministerio de Desarrollo Social, 2013, 2017).

La Ley General de Servicios Sanitarios (MOP, 1989), establece que el servicio de agua potable y recolección y tratamiento de aguas servidas es obligatorio sólo en el área urbana. La Ley 20.998 (MOP, 2017) regula los servicios sanitarios en sectores rurales, pero no es efectiva aún debido a la falta de reglamento.

La NCh1105 (INN, 2009) regula el diseño de los sistemas de alcantarillado, define el alcance del proyecto y su rol en el saneamiento ambiental mediante la apropiada recolección y drenado de aguas servidas. Además, establece que las nuevas construcciones y reconstrucciones deben separar las aguas servidas de las aguas lluvias.

Con respecto a la regulación de químicos en flujos de descarga, el DS90 (MINSEGPRES, 2001) define los parámetros y los umbrales permitidos en cuerpos de aguas superficiales y marinos.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3. Metodología

3.1. Revisión y análisis marco regulatorio chileno

En concordancia con el segundo objetivo específico (OE₂), se revisó exhaustivamente la normativa chilena que establece disposiciones generales respecto al agua en su estado natural, aguas servidas y aguas lluvias (Tabla 3.1). Estos documentos son de carácter legislativo, metodológico o normativo (aspectos técnicos). En la revisión de cada documento se completó una ficha con extracciones y notas, con el objetivo de sistematizar la revisión (Anexo D).

Tabla 3.1 Resumen documentos normativos revisados (Chile).

Folio	Título	Año	Tipo de documento	Nro.	Tema
01	Código de aguas	1981 rev. 2018	Decreto con fuerza de ley	1122	Derechos de aguas
02	Metodología de preparación y evaluación de proyectos de evacuación y drenaje de aguas lluvias	2013	Metodología	-	Aguas lluvia
03	Regula sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias	1997	Ley	19525	Aguas lluvia
04	Ley general de servicios sanitarios	1989 rev. 2014	Ley	382	Servicios Sanitarios
05	Ingeniería sanitaria - alcantarillado de aguas residuales - diseño y cálculo de redes	2009	Norma técnica	1105	Aguas Servidas
06	Reglamento de las concesiones sanitarias de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas y de las normas sobre calidad de atención a los usuarios de estos servicios	2005	Decreto supremo	1199	Aguas Servidas
07	RIS - Proyectos de aguas servidas sector urbano	2017	Otros	-	Aguas servidas
08	Regula los servicios sanitarios rurales	2017	Ley	20998	Servicios Sanitarios
09	Formulación y evaluación de proyectos evacuación y disposición de aguas servidas en el sector rural	2015	Metodología		Servicios Sanitarios
10	Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales	2001	Decreto Supremo	90	Aguas servidas
11	Establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas	2003	Decreto	46	Aguas servidas

12	RIS - Planes Maestros de Aguas Lluvias	2017	Otros	-	Aguas Lluvias
----	--	------	-------	---	---------------

3.2. Construcción herramienta análisis multicriterio

Se construyeron dos árboles de decisiones para los temas Aguas Servidas y Aguas Lluvias respectivamente. Cada uno se compone de criterios e indicadores, siendo los primeros los elementos estructurales con los cuales se caracterizarán los marcos regulatorios. Para cada indicador se realizó una ficha (Figura 3.1) que contiene la información utilizada para asignarle un puntaje en una escala de 1 a 5. En la Figura se muestra como ejemplo el caso del indicador “cobertura sector urbano”. En este caso el valor real de la cobertura de recolección de aguas servidas en Chile (88.35%) es normalizado con un puntaje de 4, correspondiente a coberturas entre 80 y 94%.

Indicador-04		
Tema	Aguas servidas	
		Ponderación
Criterio	Cobertura recolección	0.1
Indicador	Cobertura sector urbano	0.8
Descripción	Porcentaje de la población urbana cuyas aguas servidas son recolectadas por un sistema de alcantarillado	
Unidad de medida	-	
Referencia	Coberturas a nivel OCDE (Anexo F)	
Valor Chile	88.35%	
Fuente	Obtenido a partir de la población absoluta con alcantarillado respecto a la población real en sectores urbanos según el CENSO del 2017. La población con alcantarillado se obtiene de SISS (2019a).	
Valor Normalizado	4	
1	0-39	
2	40-59	
3	60-79	
4	80-94	
5	95-100	

Figura 3.1 Ejemplo de ficha para recopilación de información de indicadores.

Los criterios e indicadores junto con la fuente de donde se obtuvo la referencia para determinar los puntajes se muestran en la Tabla 3.2. Un puntaje igual a 5 representa el caso más favorable desde un punto de vista ambiental, social y/o económico, mientras que el 1 representa el más desfavorable. En aquellos indicadores donde el estándar o caso de mayor desempeño da espacio a mejoras, un puntaje igual a 5 indica un nivel superior a aquel encontrado en la referencia y un puntaje igual a 4 es representativo del estado del arte en la materia. Por otro lado, cuando el estado del arte muestra un máximo no superable (por ejemplo, un 100% de cobertura no puede ser superior), un puntaje igual a 5 representa el estado del arte en la materia. Un puntaje igual a 1 en todos los casos representa una situación desfavorable desde un punto de vista ambiental, económico y/o social.

Tabla 3.2 Herramienta de análisis multicriterio.

Tema	Criterio	Nro.	Indicador	Referencia estándar
Aguas servidas	Cobertura tratamiento	1	Cobertura sector rural	Coberturas a nivel OCDE (Anexo F)
		2	Cobertura sector urbano	Coberturas a nivel OCDE(Anexo F)
	Cobertura recolección	3	Cobertura sector rural	Coberturas a nivel OCDE (Anexo F)
		4	Cobertura sector urbano	Coberturas a nivel OCDE (Anexo F)
	Eliminación de contaminantes	5	Actualización de procedimientos	Marco regulatorio Suiza (Anexo A)
		6	Restricción de contaminantes	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
		7	Umbrales	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991)
		8	Tipos de tratamientos	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991) Wastewater treatment and use in agriculture (FAO, 1992) Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Monitoreo	9	Frecuencia de monitoreo PTAS	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991)
		10	Máximo error permitido	Urban wastewater treatment Directive (UE, 1991)

Tema	Criterio	Nro.	Indicador	Referencia estándar
	Protección medio ambiente	11	Manejo de lodos	Global Wastewater and Sludge Production, Treatment and Use (Mateo-Sagasta <i>et al.</i> , 2015) European Union legislation on sewage sludge management (Inglezakis <i>et al.</i> , 2014).
		12	Coordinación de cuenca para descarga	Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas (Global Water Partnership, 2009)
		13	Requisitos para permitir descarga	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Inversión	14	Inversión anual/PIB	OCDE/EurEau (Anexo G)
		15	Capacidad plantas de tratamiento	AQUASTAT (Anexo B)
		16	Capacitación personal de plantas de tratamiento	<i>Arbeitsweise</i> (VSA, 2019) <i>Wir über uns</i> (ÖWAV, 2019) <i>Der DVGW</i> (DVGW, 2019)
		17	Plan de inversión	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Oportunidades	18	Energías renovables	European Union legislation on sewage sludge management (Inglezakis <i>et al.</i> , 2014)
		19	Reutilización de aguas servidas	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991) Wastewater treatment and use in agriculture (FAO, 1992)
	Regulación	20	Transparencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
		21	Multisectorialidad	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
		22	Influencia política	Water Sector Regulation (Banco Mundial, 2019)
	Planificación	23	GIRH	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
		24	Planificación mantención	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Disponibilidad información	25	Calidad cuerpos de agua	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
		26	Caracterización acuíferos	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)

Tema	Criterio	Nro.	Indicador	Referencia estándar
		27	Calidad agua tratada	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
		28	Catastro de redes	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Aguas lluvia	Inversión	1	Inversión anual/PIB	No se encontró información. Se tendrá de referencia la inversión en aguas servidas.
		2	Plan de inversión	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Procedimientos	3	Generación de metodologías aguas lluvia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Medio ambiente	4	Ciclo hidrológico	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
		5	Reutilización de aguas lluvia	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (Rodríguez, 2017) The SuDS Manual (Ballard Woods <i>et al.</i> , 2015)
		6	Protección de aguas lluvia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Resiliencia	7	Consideración cambio climático en planificación	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (Rodríguez, 2017) The SuDS Manual (Ballard Woods <i>et al.</i> , 2015)
	Planificación	8	Alcance Planificación	Weisung für die Bearbeitung des generellen Entwässerungsplanes (ANU, 2003).
		9	Participación pública	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
		10	Gestión Integrada recurso hídrico	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
	Disponibilidad información	11	Catastro de redes	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. Resultados y discusión

4.1. Revisión situación internacional

En el Anexo F (Tabla F.1) se encuentra la información recopilada para los países de la OCDE: cobertura de tratamiento, PIB, PIB per cápita, el tipo de administración y la fuente de donde se extrajo la información.

En la Tabla F.2 del Anexo F se comparan los sistemas de administración con respecto a los porcentajes de cobertura. Se añade el coeficiente de variación de cada factor para analizar si un tipo de administración en específico genera mayor variabilidad en las coberturas. De este modo, el bajo coeficiente de variación asociado a la propiedad/administración del tipo pública/privado implica que no se le puede asociar una relación directa con la cobertura de tratamiento. Sin embargo, si se observa una tendencia a coberturas mayores cuando el sistema es totalmente público.

Una hipótesis lógica al observar dicha relación, es que los países con sistemas totalmente públicos donde existe alta cobertura deben ser países de altos ingresos, ya que eso justificaría un alto nivel de inversión. Esto se analiza en la Tabla F.3 del Anexo F, donde se observa que el 60% de los países con PIB per cápita sobre el percentil 70 tienen coberturas por sobre el 90% y sólo Islandia e Irlanda tienen coberturas bajo el 70%. Por otro lado, países con ingresos bajo el percentil 20 muestran altas tasas de tratamiento de agua servidas. Esto hace que **no se pueda establecer una relación entre el PIB per cápita de los distintos países y su cobertura de tratamiento de aguas servidas.**

Al descartar el PIB como factor influyente en la cobertura, se analiza su influencia en el tipo de administración (Anexo F, Tabla F.4). Aquellos con administración y propiedad pública, se encuentran concentrados entre los países con PIB per cápita sobre el percentil 40. Sin embargo, también hay países de bajo PIB con sistemas público/público. Por otro lado, respecto a la inclusión de los privados, se observa una tendencia a que aquellos países con PIB per cápita bajo el percentil 50 incluyan la participación de privados en alguna modalidad, principalmente en administración bajo propiedad pública. Esto da cuenta de que la inclusión del privado se prefiere para delegar responsabilidades técnicas o bien de inversión. La hipótesis de que un país con bajo PIB per cápita no tiene la capacidad económica para invertir en infraestructura y por lo tanto necesita la inversión privada para alcanzar alta cobertura, se contradice al observar países que presentan

bajos niveles económicos y tasas relativamente alta de cobertura con sistemas de administración de propiedad pública como: Letonia (PIB percentil 15, 81.9% de cobertura), Estonia (PIB percentil 29, 82.9% de cobertura) y Grecia (PIB percentil 12, 93.44% de cobertura).

4.2. Revisión y análisis marco regulatorio chileno

De la revisión del marco regulatorio chileno se extrajeron los temas relevantes de cada documento y se hicieron observaciones a considerar en el posterior análisis. Estos resultados se muestran en la Tabla 4.1. Un resumen más detallado se adjunta en el Anexo E.

Tabla 4.1 Temas relevantes abarcados por el marco regulatorio chileno y principales observaciones.

Folio	Temas relevantes	Observación
01	1. Regulaciones al consumo y explotación del agua. 2. El agua como bien nacional de uso público. 3. Clasificaciones cuerpos de agua. 4. Derechos públicos y privados sobre cuerpos de agua. 5. Definición sistema de drenaje.	Libro primero: • <u>Artículo 4.</u> Una vez destinada un uso específico el agua es un bien inmueble. • <u>Artículo 12 y 13.</u> El derecho consuntivo no permite controlar la extracción en base a oferta de recurso. • <u>Artículo 42.</u> Especifica que los atravesos de obras civiles no deben perjudicar la navegación ni el aprovechamiento de las aguas, pero no habla de procurar la conservación del medio ambiente sólo por su protección.
02	1. Roles de los distintos organismos relacionados con un proyecto de aguas lluvias. 2. Tipos de sistema de drenaje. 3. Tipos de proyectos. 4. Etapas del ciclo de vida de los proyectos. 5. Métodos de evaluación de proyectos (para toma de decisión). 6. Estructura de un proyecto.	• <u>Página 5.</u> Se admite lo controversial de definir la red secundaria por exclusión de la primaria. • <u>Página 8.</u> Se defina a la CONAMA como responsable. Esta institución ya no existe. • <u>Página 19.</u> Las propuestas de los Planes Maestros tienen carácter de idea, que pueden eventualmente pasar directamente a la etapa de diseño. • <u>Página 20.</u> Define al Plan Maestro como un estudio básico. Menciona como <i>conveniente</i> incluir aspectos ambientales en <i>alguna</i> etapa del ciclo de vida. • <u>Página 33.</u> Evaluación costo-beneficio indirectamente prioriza inversión en sectores de mayor plusvalía. • El beneficio ambiental no se valoriza
03	1. Adjudica al Estado las responsabilidades respecto a evacuación y drenaje en ciudades y centros poblados. 2. MOP está a cargo de red primaria y MINVU red secundaria. 3. Define red secundaria y red primaria. 4. Establece al Plan Maestro como el estudio donde se considera la situación de las cuencas hidrográficas para	• <u>Artículo Transitorio 1.</u> Un plazo de 5 años para la aprobación de un Plan Maestro puede ser excesivo. • <u>Artículo Transitorio 2:</u> Se prohíbe la construcción en una zona urbana sin Plan Maestro aprobado. • Los organismos son responsables de redes existentes. • No hay plazos para la ejecución de los planes maestros

Folio	Temas relevantes	Observación
	definir las redes de secundarias y primarias.	
04	1. Define concesionarias, servicio de recolección y servicios de disposición. 2. Faculta a concesionarias para prestación de servicios sanitarios. 3. Roles de los actores asociados con la administración de la infraestructura y prestación de servicio (usuario, concesionaria, urbanizador, SISS). 4. Da cabida a la inversión pública bajo figura de Aportes de Terceros no Reembolsables. 5. Define Programa de Desarrollo	• <u>Artículo 2.</u> Se menciona el tratamiento como alternativa. • <u>Artículo 3.</u> Confusa definición de disposición. • <u>Artículo 12.</u> Los derechos de agua de las empresas deben ser consuntivos, permanentes y continuos. • <u>Artículo 36 bis.</u> No incluye al Ministro de Medio Ambiente dentro de las autoridades que deben aprobar una modificación en la calidad del servicio, a pesar de que este ministerio fue creado el 2010 y la última versión de la Ley es del 2014. • <u>Art. 61.</u> Presta para interpretar que el agua tratada sigue siendo propiedad del prestador de servicios. • No se establece explícitamente la obligación de restituir las aguas.
05	Criterios de diseño 1. Cálculo del caudal en base a consumo de agua potable 2. Coeficiente de recuperación 3. Considerar variaciones demográficas 4. Caudal mínimo es el necesario para que ocurra autolavado 5. Considerar aguas residuales industriales 6. Considerar infiltraciones difusas	• <u>Página 5. (6.3.5)</u> Sólo menciona infiltración difusa, no considera infiltraciones puntuales.
06	1. Define el plazo de la concesión como indefinido. 2. Establece que el área de la concesión de servicios de alcantarillado será la misma que la de distribución de agua potable. 3. Obliga al prestador a garantizar la continuidad del servicio y a velar por la ausencia de externalidades negativas (inundaciones, filtraciones u otros). 4. Establece las garantías	-
07	1. Entrega información necesaria para postular a un Aporte de Terceros no Reembolsable.	-
08	1. Define servicio sanitario rural primario y secundario. 2. Faculta a cooperativas para administrar infraestructura sanitaria y prestación de servicio. 3. MOP puede financiar parcial o totalmente servicios sanitarios rurales nuevos. 4. La conexión a la red de saneamiento es obligatoria para todos los casos donde sea factible la conexión. 5. Define soluciones centralizadas y descentralizadas.	• Esta Ley aun no es válida por la falta del reglamento correspondiente. • Cooperativas pueden no tener las capacidades para administrar ambos servicios sanitarios. • Si un cliente no paga, no se le puede suspender el servicio. Esto puede contraer problemas financieros.

Folio	Temas relevantes	Observación
09	1. Establece que los proyectos se deben programar en la Ley de Presupuesto. 2. SUBDERE administra proyectos. 3. Define sistemas de recolección y tratamiento colectivos e individuales. 4. Define tipos de proyecto. 5. Define etapas para la formulación de proyectos. 6. Enuncia posibles beneficios y establece costos. 7. Fija el método de costo-eficiencia como el indicado para evaluar proyectos.	• <u>Página 5.</u> Requiere que haya problema de salubridad para construir. Esto le da un carácter reaccionario. • No define proyectos de reparación. • <u>Página 6.</u> Define sólo factibilidad en pre inversión y el diseño lo define en etapa de inversión. • <u>Página 7.</u> No establece como definir el área de influencia. • Define a la población como los afectados por un problema. Es decir que si el problema no les afecta no se consideran dentro de la población objetivo. • No considera población flotante en el cálculo de demanda. • <u>Página 12.</u> ¿Qué sentido tiene considerar la liberación de recursos como un beneficio?
10	Para cuerpos fluviales, lacustres y marinas: 1. Define umbrales para considerar un compuesto como contaminante en dichos cuerpos 2. Define concentraciones máximas de compuestos contaminantes. 3. Impone umbrales distintos para litoral dentro y fuera de zona de protección. 4. Para cuerpos fluviales establece umbrales con y sin tomar en cuenta la capacidad de dilución del cuerpo receptor.	• En las aguas marinas fuera de la zona de protección no hay restricción de coliformes fecales. • En las aguas subterráneas no existe restricción de coliformes fecales. • En general (<i>a priori</i>) parece arbitrario los contaminantes considerados en uno u otro cuerpo de agua. • Se permite hasta un 100% de error en los umbrales de contaminantes.
11	Para aguas subterráneas: 1. Define umbrales para considerar un compuesto como contaminante en dichos cuerpos 2. Define concentraciones máximas dependiendo de si el acuífero tiene vulnerabilidad baja o no.	
12	1. Establece horizonte aproximado de 30 años Define contenido requerido para postular etapa de ejecución, como, por ejemplo: Diagnóstico, caracterización y definición del problema. Modelar 6 eventos de precipitación (3 períodos de retorno y 2 duraciones) Análisis de alternativas, valoración de costos y beneficios. Período de retorno óptimo en base a costo-beneficio. Evaluación social considerando los 6 eventos de lluvia.	• No requiere modelación de escenarios o modelación no estacionaria con el objetivo de considerar el cambio climático. • Se requiere cronograma pero los Planes Maestros existentes no lo presentan.

Folio	Temas relevantes	Observación
	Presupuesto y cronograma.	

4.3. Resultados análisis multicriterio

El resumen con toda la información utilizada en la evaluación multicriterio se adjunta en el Anexo H. La tabla 4.2 muestra los valores obtenidos para cada indicador con la fuente respectiva. Los criterios a los que corresponden cada uno fueron expuestos en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Resultados indicadores y fuentes empleadas.

Tema	Criterio	Indicador	Puntaje Indicador	Puntaje Criterio	Referencia
Aguas servidas	Cobertura tratamiento	Cobertura sector rural	1.00	3.40	Humedales Construidos: Diseño y Operación (Gladys Vidal ; Sujey Hormazábal, 2018)
		Cobertura sector urbano	4.00		Obtenido a partir de la población absoluta que recibe tratamiento respecto a la población real en sectores urbanos según el CENSO del 2017. La población que recibe tratamiento se obtiene de las bases de datos de la Superintendencia (2019a).
	Cobertura recolección	Cobertura sector rural	1.00	3.40	Humedales Construidos: Diseño y Operación (Gladys Vidal ; Sujey Hormazábal, 2018)
		Cobertura sector urbano	4.00		Obtenido a partir de la población absoluta con alcantarillado respecto a la población real en sectores urbanos según el CENSO del 2017. La población con alcantarillado se obtiene de las bases de datos de la Superintendencia (2019a).
		Actualización de procedimientos	1.00		Ley General Servicios Sanitarios (MOP, 1989)

Tema	Criterio	Indicador	Puntaje Indicador	Puntaje Criterio	Referencia
	Eliminación de contaminantes	Restricción de contaminantes	2.00	1.50	Decreto Supremo 90 (MINSEGPRES, 2001)
		Umbrales	1.00		Decreto Supremo 90 (MINSEGPRES, 2001)
		Tipos de tratamientos	2.00		Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
	Monitoreo	Frecuencia de monitoreo PTAS	5.00	4.00	Decreto Supremo 90 (MINSEGPRES, 2001) Decreto Supremo 46 (MINSEGPRES, 2003)
		Máximo error permitido	3.00		Decreto Supremo 90 (MINSEGPRES, 2001) Decreto Supremo 46 (MINSEGPRES, 2003)
	Protección medio ambiente	Manejo de lodos	3.00	1.67	Decreto 4 2009 (MINSEGPRES, 2009)
		Coordinación de cuenca para descarga	1.00		Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Dourojeanni y Chevaleraud, 2010)
		Requisitos para permitir descarga	1.00		Decreto Supremo 90 (MINSEGPRES, 2001)
	Inversión	Inversión anual/PIB	2.00	1.75	Inversión Superintendencia (SISS, 2019a) PIB: GNI Per Cápita (Banco Mundial, 2017)
		Capacidad plantas de tratamiento	2.00		AQUASTAT (Anexo B)
		Capacitación personal de plantas de tratamiento	1.00		Consultas externas
		Plan de inversión	2.00		Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
	Oportunidades	Energías renovables	1.00	2.50	Decreto 4 2009 (MINSEGPRES, 2009)
		Reutilización de aguas servidas	4.00		Ley 21075 (MOP, 2018) NCh 1333 (INN, 1978) Informes sector sanitario (SISS, 2019a)

Tema	Criterio	Indicador	Puntaje Indicador	Puntaje Criterio	Referencia
	Regulación	Transparencia	3.00	1.67	Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
		Multisectorialidad	1.00		Ley 18902 (Ministerio de Economía, 1990)
		Influencia política	1.00		Ley General Servicios Sanitarios (MOP, 1989)
	Planificación	GIRH	1.00	2.00	Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Dourojeanni y Chevaleraud, 2010)
		Planificación inversión y mantención	3.00		Informes sector sanitario (SISS, 2019a) Guía Elaboración de los Planes de Desarrollo (SISS, 2009)
	Disponibilidad información	Calidad cuerpos de agua	2.00	1.25	Mapoteca Digital (DGA, 2019)
		Caracterización acuíferos	1.00		Escenarios Hídricos 2030 (Maureira y Kuijk, 2017)
		Calidad agua tratada	1.00		Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
		Catastro de redes	1.00		Consultas externas
Aguas lluvia	Inversión	Inversión anual/PIB	1.00	1.00	Balance de Gestión Integral 2018 (DOH, 2019)
		Plan de inversión	1.00		Ley 19525 (MOP, 1997)
	Procedimientos	Generación de metodologías aguas lluvia	4.00	4.00	Manual de Drenaje Urbano (DOH, 2013)
	Medio ambiente	Ciclo hidrológico	2.00	2.67	Ley 19525 (MOP, 1997)
		Reutilización de aguas lluvia	5.00		Manual de Drenaje Urbano (DOH, 2013)
		Protección de aguas lluvia	1.00		Ley 19525 (MOP, 1997)
	Resiliencia	Consideración cambio climático en planificación	4.00	4.00	Manual de Drenaje Urbano (DOH, 2013)
	Planificación	Alcance Planificación	3.00	2.33	Plan Maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Santiago (CADE-IDEPE, 2001)
		Participación pública	3.00		Ley 20500 (MINSEGPRES, 2011)
		Gestión Integrada recurso hídrico	1.00		Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Dourojeanni y Chevaleraud, 2010) RIS Planes Maestros de Aguas Lluvias (MDS, 2017)

Tema	Criterio	Indicador	Puntaje Indicador	Puntaje Criterio	Referencia
	Disponibilidad información	Catastro de redes	1.00	1.00	Consultas externas

Para un análisis objetivo, a los indicadores se les asignó igual ponderación dentro de cada criterio, excepto en los criterios de cobertura de tratamiento y recolección, donde la ponderación de los indicadores es igual a la proporción de población urbana y rural con respecto al total según corresponda.

4.4. Análisis resultados aguas servidas

Al realizar las sumas ponderadas se obtienen los puntajes de cada criterio. En el tema aguas servidas (Figura 4.1), los criterios cobertura de recolección y monitoreo tienen los puntajes más altos (4.2 y 4.0 respectivamente). Esto se debe a la alta cobertura en áreas urbanas y la alta cantidad de muestras para control de tratamiento exigidas por la normativa respectivamente. “Cobertura de tratamiento” podría tener mejor puntaje de no ser por la baja cobertura en sector rural, con respecto a miembros de la OCDE que presentan cobertura completa a nivel nacional (Anexo F).

Una de las causas de que el criterio “Eliminación de contaminantes” tenga un puntaje cercano al mínimo es debido a una falta de protocolos que obliguen o incentiven la investigación para actualizar metodologías y criterios, como si lo hacen otros países mediante asociaciones sin fines de lucro y políticamente independientes. Además existe un **punto débil** en la normativa chilena al **definir como contaminantes sólo aquellos elementos que no cumplan los umbrales establecidos en la Tabla 1 del DS 90** (MINSEGPRES, 2001). Esto perjudica la regulación de otros posibles contaminantes no necesariamente allí identificados. Asimismo, **los umbrales impuestos a dichos contaminantes no cumplen estándares internacionales como los de la Directiva de tratamiento de aguas residuales urbanas** (The Council of the European Union, 1991). Otro punto débil es que los umbrales se calculen en el flujo descargado (en caso de ríos se permita disminuir la concentración en función de la capacidad de dilución del río) **sin considerar las concentraciones de contaminantes ya existentes**.

Por otro lado, las aguas de la mayoría de la población se tratan con lodos activados, y no se considera la eliminación de microcontaminantes. Existe evidencia de presencia de microcontaminantes (bisfenol A, diclofenaco, cafeína, entre otros) en el río Bio Bio, tanto aguas arriba como aguas abajo de asentamientos humanos (Rozas, 2016). Hay que tener en cuenta además que para desinfectar las aguas tratadas se incluye normalmente un tratamiento con cloramina, que transforma ciertos microcontaminantes como el triclosán en trihalometanos (THM), compuestos que son cancerígenos (Rozas, 2016).

En cuanto al monitoreo de las aguas descargadas, la normativa chilena es más exigente que las de la Unión Europea y Suiza en cuanto a la cantidad de muestras mensuales. Sin embargo, **se permite un error en hasta un 100% de los umbrales establecidos** en un 10% de las muestras y aumentar las concentraciones **permitidas considerando la capacidad de dilución de los cuerpos fluviales**. Esto flexibiliza radicalmente la normativa, haciendo que pueda permitirse concentraciones muy superiores al doble de los umbrales establecidos.

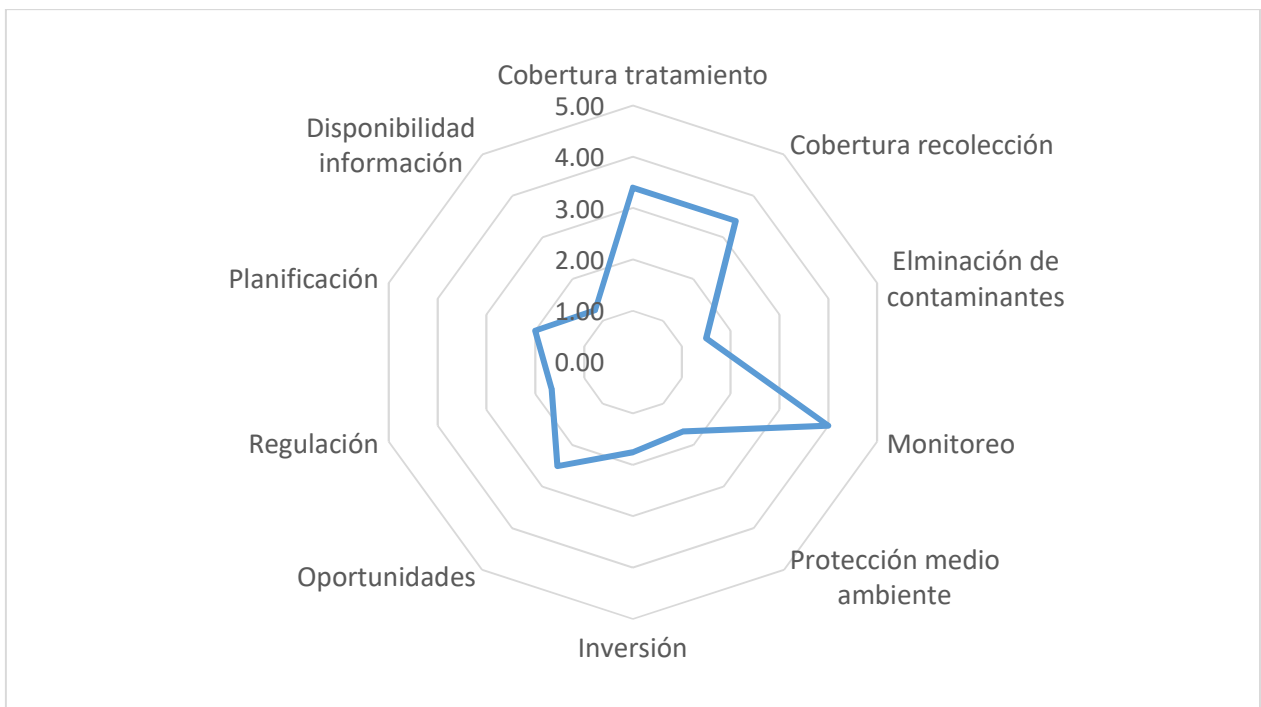


Figura 4.1 Resultados criterios aguas servidas.

Además de los problemas relacionados con la eliminación de contaminantes, el aumento del tratamiento de aguas incrementa la necesidad de un buen manejo de lodos de tratamiento. Estos son el residuo resultante del tratamiento y la parte acuosa de su composición puede ser superior a 90%. La normativa chilena tiene regulada su aplicación directa al suelo o su disposición en rellenos sanitarios (MINSEGPRES, 2009), mientras que las normativas europeas no prohíben directamente la disposición en rellenos sanitarios, sin embargo, la definición de un residuo degradable no coincide con la de los lodos. Esto y las políticas que desincentivan la acumulación de residuos de todo tipo junto con aquellas que incentivan la reutilización de los residuos como primera opción en su gestión, ha hecho que las opciones predilectas en Europa para tratamiento de lodos sea la restauración de suelos y la incineración. Con respecto a la primera, las normativas internacionales restringen la presencia de metales pesados al igual que la normativa chilena. A pesar de que los umbrales del DS 4 cumplen la normativa europea y es considerablemente más exigente que la de Estados Unidos, estos son hasta 13 veces superiores a los de países más exigentes como Países Bajos (Inglezakis *et al.*, 2014). El único metal no regulado por la normativa chilena, pero si por las europeas es el Cromo. Otra diferencia es que la **normativa chilena permite la aplicación en suelos de cultivables mientras que la europea lo prohíbe** (suelos de cultivos vegetales o frutícolas).

La coordinación en la **descarga de aguas tratadas** es un punto importante. Por un lado, ya que un mismo cuerpo de agua receptor puede ser utilizado para extracción aguas abajo, pero además por la acumulación de contaminantes producto de diversas descargas. En este **punto la normativa chilena está desactualizada con respecto incluso a países sudamericanos** (por ejemplo, Colombia y Bolivia), al no regular la gestión a nivel de cuenca.

Respecto a la inversión relativa al PIB, Chile presenta un 0.076% en el sector sanitario, del cual un 0.045% corresponde a recolección y tratamiento de aguas servidas, lo que es menor a la inversión en servicios sanitarios de países con economías menores como Malta (0.085%), Eslovenia (0.869%) y Eslovaquia (0.191%). Esto se refleja en que la capacidad de las plantas de tratamiento sea un 12% inferior a la producción de aguas servidas, mientras que el promedio de capacidad de PTAS en Europa es un 66% superior a la producción. Por otro lado, en Chile las empresas realizan sus propios planes de inversión en horizontes de 15 años, sin embargo, **no está regulada la**

inversión mínima que deben realizar (MOP, 2005). La SISS controla la fecha en puesta en ejecución de las obras estipuladas en la planificación, **pero no los montos invertidos** (MOP, 2005).

En el criterio “Oportunidades” se valorizó el incentivo u obligación a reutilizar aguas tratadas y la generación o utilización de energías renovables en el tratamiento. Chile tiene normativa que regula el uso de aguas tratadas en riego y paisajismo (MOP, 2018), por lo que esto tuvo un puntaje alto. Sin embargo, esto es una práctica muy poco común en el país. Sólo 11 PTAS registran disposición en forma de riego, 9 de las cuáles están en las regiones de Atacama, Antofagasta y Tarapacá, 1 en Coquimbo y otra en la región Metropolitana (SISS, 2019a). Por otro lado, no se registra la utilización de los lodos como fuente generadora de energía, ya sea mediante su incineración o aprovechamiento de biogases.

La **regulación del sistema** es un aspecto fundamental. Como se expuso anteriormente, mientras mayor sea la participación de privados más relevante es este aspecto. En este sentido **es fundamental la participación de contrapartes independientes** para evitar la influencia política, situación que es controversial en Chile. Por otro lado, es importante la **transparencia en las mediciones**, lo que en otros países se soluciona teniendo **visores online** donde se muestra la calidad de los acuíferos y de las descargas de aguas tratadas. En Chile se reporta periódicamente sólo si se cumple o no cumplen los umbrales. Además, en los reportes de la SISS se puede observar claramente el **incumplimiento constante de umbrales** por parte de ciertas PTAS que siguen en funcionamiento.

La GIRH está muy relacionada con la disponibilidad de información. Resulta imprescindible tener una **caracterización general de los acuíferos** para poder gestionar efectivamente tanto la extracción como las descargas. Esto implica además contar con catastros de calidad del agua. Adicionalmente existen casos como Suiza, donde tienen catastros de infraestructura de alcantarillado con compatibilidad GIS, lo que es de gran utilidad al planificar la inversión e identificar y solucionar problemas.

4.5. Análisis resultados aguas lluvia

En el tema Aguas Lluvias (Figura 4.2) los aspectos que obtuvieron menor puntaje en el análisis multicriterio realizado son inversión y disponibilidad de información. Esto es debido a la baja inversión en drenajes (0.02% del PIB), la existencia de 10 ciudades sin inversión desde 1997, y la

inversión de sólo el 28% de lo que estimó la DOH en 1997 se invertiría en un horizonte de 30 años (Arce, 2019). Por otro lado, a pesar de existir planes maestros de drenaje, estos no planifican la inversión. E incluso, los proyectos propuestos por el plan maestro se analizan a nivel de perfil y al momento de evaluarse la inversión son considerados como un estudio básico (Ministerio de Desarrollo Social, 2013). Esto le resta urgencia a lo propuesto en el plan maestro y hace menos eficiente la inversión que significa dicho estudio.

Respecto a las metodologías **para los proyectos de aguas lluvias, no existen protocolos de actualización**. Sin embargo, la Dirección de Obras Hidráulicas generó un Manual de Drenaje Urbano que, a pesar de no ser vinculante, cuenta con metodologías actualizadas al estado del arte actual en cuanto a métodos sustentables de drenaje. Debido a esto los indicadores Generación de Metodologías y Reutilización de Aguas Lluvias tienen de los puntajes más altos en este tema.

Por otro lado, a pesar de que Chile tiene una ventaja comparativa en materia de drenaje con respecto a los países europeos al contar con sistemas de alcantarillado separados, **hace falta normar las condiciones que deben cumplir las áreas que tributan aguas lluvias a sistemas de descarga sin tratamiento previo**. Esto por la posibilidad de arrastrar contaminantes presentes en la superficie y el riesgo de derrame de combustible (entre otros) en drenajes producto de accidentes vehiculares.

En cuanto a la resiliencia en los diseños, esta se ha visto ampliamente mejorada en las recomendaciones del **Manual de Drenaje Urbano**. Sin embargo, **su uso no está exigido**. Por otro lado, a pesar de existir este documento, **la evaluación de la inversión de proyectos busca beneficios sociales y no necesariamente un óptimo desde el punto de vista técnico**. Esto causa que se privilegien las inversiones en sectores de mayor plusvalía, es decir donde evitar un daño en la infraestructura genera mayor ahorro social, lo que claramente va en contra de una filosofía de planificación democrática y de servicio a toda la población.

En los planes maestros se define la red principal y red secundaria, siendo la primera responsabilidad del MOP y la segunda del MINVU. La Ley de Aguas Lluvias (MOP, 1997) establece que es **el urbanizador el encargado de construir los drenajes**, sin embargo, **no se puede obligar a este a construir sin la existencia de un plan maestro**. Considerando que el plazo para la

aprobación de un Plan Maestro es de 5 años y que luego los proyectos allí propuestos deben ser evaluados por el Sistema Nacional de Inversiones, puede ocurrir que se omita la construcción de drenajes propuestos en el Plan Maestro. Estos Planes no definen los plazos de ejecución de los proyectos.

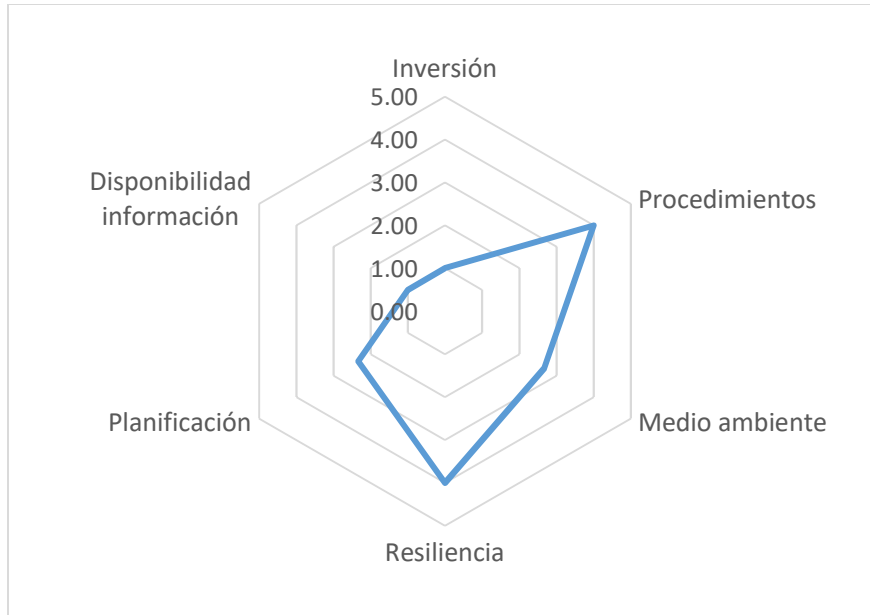


Figura 4.2 Resultados criterios Aguas Lluvias.

Una parte importante de la planificación es la participación pública. Esta es útil tanto para identificar problemas como para darles solución. De acuerdo a la Ley 20500 (MINSEGPRES, 2011) esto debería ser exigido en todo proyecto de financiamiento público, sin embargo, no todos los organismos del Estado lo han instaurado y los que sí lo han hecho no es necesariamente de manera efectiva. Por otro lado, **las aguas lluvias que precipitan sobre las propiedades pueden ser utilizadas en regadío, inodoros o bien ser infiltradas directamente.** Esto también es una forma de integrar a la comunidad en solucionar el problema del drenaje urbano, disminuir el consumo de agua y aportar a la recarga de acuíferos.

Una manera más indirecta de generar participación ciudadana en los drenajes urbanos es **implementando áreas verdes y protegiendo humedales** de manera tal de generar también espacios de recreación y esparcimiento.

4.6. Propuestas de mejora

En base a los resultados anteriormente presentados, en esta sección se describen las principales propuestas de mejora al marco normativo chileno. Algunas de las propuestas de mejora abarcadas en este trabajo pueden aumentar los costos de operación de las empresas sanitarias y eventualmente traducirse en alzas de la tarifa. Este impacto debe analizarse en estudios más profundos que consideren además la posibilidad de subvención estatal que no busque rentabilidad económica, entendiendo que la preservación de la calidad del medio ambiente debe ser asumida como responsabilidad por el Estado.

Por otro lado, es necesario entender que los países con mayores estándares tienen tarifas mayores y que la tarifa ahora existente en Chile ha sido posible mantener debido a que se tienen estándares poco exigentes y fiscalización deficiente, lo que es difícil de elevar sin tarifas suficientes para financiar la inversión necesaria.

4.6.1. Aguas servidas

A. En relación a los criterios cobertura de tratamiento, cobertura de recolección, protección de medio ambiente y planificación.

A.1. Creación de Corporaciones Administradoras de Cuencas

Retomar el proyecto de ley de 1992 (Peña, 1996) para la creación de Corporaciones Administradoras de Cuencas, junto con las modificaciones hechas por el ejecutivo y las observaciones del Congreso. Se propone considerar:

Definirlas como organismo regulador y contraparte de proyectos sanitarios a nivel de cuenca. Deben ser de derecho privado y sin fines de lucro. Debe estar dentro de sus responsabilidades la autorización de extracciones y descargas de agua. En este sentido se debería incluir una modificación a la Ley de Servicios Sanitarios (MOP, 1989) y el Código de Aguas (Ministerio de Justicia, 1981), de manera que no se necesite un derecho sobre la extracción de las aguas si no que una autorización. Esto serviría para regular los permisos de acuerdo a la oferta de recurso hídrico.

Acoger observación del Ejecutivo relacionada con los órganos administrativos, donde se establece Asamblea, Directorio y Presidente. En este sentido se propone que los organismos a los que

pertenezcan los miembros de la Asamblea estén establecidos en los estatutos y sean estos los que elijan al Directorio y Presidente. Este último debe cumplir sólo un rol representativo del Directorio y sus decisiones. Todas las decisiones deben ser tomadas por el directorio en votación con mayoría simple.

Mantener carácter multisectorial del proyecto original, pero de manera más específica. Definir participación obligatoria en el Directorio miembros de SISS, DGA, DOH, MDS, MMA, MINSAL, SERNAGEOMIN y municipalidades locales. Los miembros **deben declarar sus intereses y publicarlos**, tal como lo hace el organismo regulador financiero del servicio sanitario en Reino Unido (Ofwat, 2019a). Los estatutos deben especificar los **intereses prohibidos para los miembros del directorio** y dar a los miembros la facultad de vetar de participación en un tema específico a un miembro con conflicto intereses en dicho tema. Lo anterior asegura mantener la fiabilidad del trabajo institucional y proteger a los mismos miembros ante posibles acciones ilegales (Ofwat, 2018).

El **financiamiento debe depender de las municipalidades locales** y los organismos a los cuales pertenezcan los miembros de la Asamblea. Esto debe estar claramente definido en los estatutos en forma de aportes periódicos. Además, se puede recurrir a fondos puntuales de las municipalidades, Gobiernos Regionales, CORFO, entre otros.

Se debe incorporar al proyecto de ley de 1992 (Peña, 1996) la participación activa en el sector rural en el acompañamiento de la gestión que realizan las cooperativas para asegurar la correcta gestión a nivel de microcuenca.

En una etapa de transición, la regulación de los servicios sanitarios debe seguir en manos de la SISS, pero teniendo a las Corporaciones de Cuencas como contraparte. Esto con el objetivo de asegurar una adaptación paulatina de la comunidad y los funcionarios a la existencia de estos organismos y el rol que deben cumplir. Se recomienda además considerar la participación de miembros de Organismos de Cuenca de países donde estos hayan tenido éxito para asesorar en el proceso de adaptación y un período de divulgación pública y educación respecto al rol de estas Corporaciones y el concepto de Gestión Integral, entendiendo que dicho concepto implicará una **curva de aprendizaje compleja tanto para los miembros de las Corporaciones como para la comunidad**.

Luego del período de transición serán las Corporaciones las encargadas de velar por el uso del recurso hídrico de manera tal de asegurar un caudal mínimo en escenarios de cambio climático perjudiciales. Así mismo serán contraparte en la fiscalización de las descargas de aguas tratadas, velando por mantener la calidad de los cuerpos de agua que presenten buena calidad y mejorar la calidad en aquellos que lo requieran. En este sentido, deben tener la autoridad para clasificar como no tolerables concentraciones de contaminantes que consideren no admisibles a pesar de cumplir los umbrales establecidos en la normativa.

A.2. Creación de Asociación del Agua

Crear una **Asociación del Agua a nivel nacional**, de derecho privado y sin fines de lucro. Debe tener una directiva políticamente independiente de la que participen miembros de universidades, concesionarias y organismos públicos. A **nivel regional habrá un Consejo** (que actúe como mesa de trabajo) del que participen activamente universidades locales, concesionarias locales, ingenieros de consultoras con participación local, distintas ONG, centros de investigación independientes y expertos invitados con participación puntual. Además, miembros de la comunidad pueden solicitar a la directiva participación puntual o activa del Consejo. La directiva será elegida por CORFO, de manera similar a la organización del Instituto Nacional de Normalización.

La **misión** de esta Asociación es **generar innovación, desarrollo e investigación** en torno a temas del área sanitaria. Esto se concretará en la generación de estándares para proyectos sanitarios, manuales y normativas para proyectos sanitarios que busquen un uso sustentable del recurso hídrico y la preservación de los cuerpos de agua en calidad y cantidad. Además, tendrá como segunda misión **generar discusión en torno a problemáticas locales u oportunidades de mejora del servicio existente**. Las metodologías deben estar acordadas a nivel nacional, pero es importante la participación regional para tener en consideración aspectos exclusivos de los distintos escenarios del país. Esta Asociación se debe autofinanciar. Dentro de las estrategias para la búsqueda de autofinanciamiento se pueden encontrar: venta de estándares, manuales, cursos y capacitaciones. Dentro de las capacitaciones podrá prestar servicios a la Corporaciones de Administración de Cuenca en la capacitación de las Cooperativas rurales y el acompañamiento en la gestión de plantas descentralizadas, al igual que a las concesionarias en la administración de

sus instalaciones. Inicialmente deberá haber un aporte de capital de parte del Estado, se propone que sea de financie la creación por parte de CORFO.

Esto pone en práctica el concepto de la multisectorialidad en la búsqueda de soluciones y asegura la identificación de aspectos propios de las distintas regiones al incluir actores locales. Además, asegura que las metodologías busquen soluciones desde un punto de vista del óptimo social, ambiental y económico al ser transversales, transparentes e independientes de influencia política.

A.3. Aumentar cobertura en sector rural

Aumentar número y capacidad de PTAS rurales, manteniendo la evaluación por un método costo-eficiencia y no costo-beneficio. La implementación de soluciones sanitarias debe ser de carácter preventivo y no reaccionario.

Para aquellos usuarios que tengan soluciones de alcantarillado descentralizadas, se les deberá capacitar en la correcta utilización y mantención de dichas instalaciones. Además, la autoridad competente deberá fiscalizar que se cumplan los umbrales permitidos en la disposición final. El no cumplimiento debe estar sujeto a sanciones.

A.4. Plan maestro de drenaje

Se propone instaurar un Plan Maestro de drenaje donde se planifique la inversión a nivel de cuenca en alcantarillado de aguas servidas, drenaje de aguas lluvias y tratamiento de aguas servidas. En este instrumento se debe generar un claro plan de inversión donde estas se **jerarquicen según su urgencia**. La planificación debe incluir la mantención e inspección periódica de la infraestructura. Las inversiones deben buscar un óptimo de red desde el punto de vista social, ambiental y económico con el método de evaluación de proyectos costo-eficiencia.

Es importante incluir los **drenajes de aguas lluvias y aguas servidas en una misma planificación** para cuantificar los caudales totales descargados en los cuerpos receptores y así evitar crecidas perjudiciales.

Se incluye de esta manera en la planificación las soluciones descentralizadas en sectores rurales.

B. En relación a los criterios Protección de Medio Ambiente y Eliminación de contaminantes

B.1. Modificar la definición de fuente emisora

Con el objetivo de aumentar la efectividad de la normativa en cuanto a la regularización de contaminantes, se propone **modificar la definición de fuente emisora** del DS 90 de 2001 (MINSEGPRES, 2001) y del DS 46 de 2003 (MINSEGPRES, 2003), de manera que se entienda como tal la descarga de residuos líquidos a uno o más cuerpos de agua receptores, **con concentraciones que alteren el estado natural de dichos cuerpos receptores**.

De esta manera, se podrá considerar como fuera de norma un flujo de descarga que a pesar de cumplir los umbrales establecidos genere un impacto negativo en los ecosistemas asociados.

B.2. Contaminación previa en cuerpos de agua

Considerar en la autorización para descarga **la concentración de contaminantes ya existentes** en los cuerpos receptores.

B.3. Modificación de umbrales permitidos

Es necesario aumentar las exigencias establecidas en cuanto a umbrales de contaminantes, de manera de que sean iguales o inferiores a la Directiva de Tratamiento de Aguas Servidas de la Unión Europea. Esto debido las grandes diferencias en las restricciones de DBO, DQO, fósforo y nitrógeno total kjeldahl, que evidencian la baja exigencia de la normativa.

B.3. Eliminación de micro-contaminantes

Implementar métodos de eliminación de microcontaminantes. En experiencias internacionales han tenido éxito tratamientos con luz UV, con carbón activado y ozono. Estos procesos si bien son de costos elevados, reemplazan la fase de desinfección que actualmente se tratan con cloraminas. Dicho compuesto reacciona con microcontaminantes y genera un halógeno volátil que es cancerígeno.

C. En relación al criterio Monitoreo

Eliminar del punto 6.4.2 de DS 90 de 2001 (MINSEGPRES, 2001) y del artículo 25 del DS 46 (MINSEGPRES, 2003) en los incisos a y b la frase “hasta en un 100% el límite máximo”. De esta forma se considerarán como incumplidos los umbrales si al tener 10 muestras o menos 1 de ellas sobrepasa los umbrales y al tener más de 10 muestras el 10% los sobrepasa, independientemente de la magnitud en que se sobrepase cada umbral.

D. En relación al criterio Inversión.

Para garantizar que se realicen las inversiones necesarias, se debe legislar en torno a un **monto de inversión anual mínimo en proyectos sanitarios** (donde se incluya inspección, mantención, reparación y construcción). Este monto se puede expresar en términos porcentuales de la valorización monetaria de la infraestructura existente. Se debe verificar el cumplimiento de esta condición en el Plan Maestro de drenaje.

Se propone además **reemplazar el método de evaluación de proyectos costo-beneficio por el método costo-eficiencia**.

E. En relación al criterio Regulación

Luego de lo analizado en el punto 4.1 respecto a los resultados del Anexo F, se desprende que la propiedad de la infraestructura o la modalidad de administración de esta no determina directamente la cobertura de tratamiento de aguas servidas. Tampoco muestra una relación directa la situación económica de un país.

Desde este punto de vista, se considera que no hay motivo para afirmar que un sistema es por sí sólo mejor que otro. Sin embargo, **su buen funcionamiento depende directamente** de las condiciones de borde que se le impongan, esto es, el **sistema de regulación**.

Teniendo hoy en día en Chile una administración de las concesionarias prácticamente en su totalidad privada y un sistema público con serios problemas institucionales, la mejor solución al sistema de regulación de los servicios sanitarios es **incluir una contraparte independiente** o bien delegar al menos la fiscalización financiera y sancionadora a un ente independiente del gobierno. Esta contraparte no debe tener conflictos de intereses y debe declarar sus intereses siguiendo el ejemplo del estatuto del organismo regulador de servicios sanitarios británico Ofwat (Ofwat, 2018).

Por otro lado, al estar instaurado como un monopolio, el sistema desincentiva la inversión por parte de las concesionarias debido a la falta de competencia. Una forma de incentivar la inversión es **disminuyendo las duraciones de los contratos**, pero dando posibilidad de extenderlos una vez finalizados. De esta manera se crea competencia indirecta, ya que las empresas no compiten en tiempo real con otros ofertantes, pero les interesará llevar a cabo una gestión que los respalde

para extender el contrato y no una que de motivos a la autoridad competente para contratar a otro operador.

A futuro se puede pensar en permitir la competencia directa al dar a las grandes empresas y organizaciones la libertad de elegir el prestador de servicios sanitarios que contraten.

Por último, la garantía a la utilidad otorgada por el Gobierno a las concesionarias (7%), era justificada hace 20 años para atraer capitales extranjeros. Hoy en día la inversión extranjera y nacional en sanitarias ya está instaurada y no está justificada la garantía a la utilidad sin condiciones. Por lo tanto, se proponen dos alternativas:

- 1) Eliminar la garantía de utilidad, estableciéndola en 0%.
- 2) **Disminuir la garantía** (menor a 7% pero mayor a 0%) pero **condicionada al cumplimiento de la normativa**. Esto quiere decir que en casos de incumplimiento de umbrales de contaminantes o alguna otra falta el gobierno no subvenciona la diferencia. Esto sin perjuicio de las multas correspondientes por la falta incurrida.

F. En relación al criterio Oportunidades

F.1. Calefacción distrital

Las **aguas tratadas** acumuladas en la planta tienen un potencial como fluido de trabajo, cuya temperatura puede ser elevada utilizando energías renovables como por ejemplo la geotermia y utilizada para distribuir calor a los mismos usuarios o bien edificios públicos antes de ser descargadas.

F.2. Generación de energía

Los **lodos** pueden ser utilizados como **fuentes de biogases** y estos para la **generación de energía eléctrica**. Esta puede ser tanto inyectada a la red como utilizada en la propia planta. Por otro lado, la energía química contenida en los lodos puede aprovecharse incinerándolos, produciendo energía en base a biomasa. Si bien esta opción no es mejor que la primera, representa una forma de valorizar el residuo y sustituir la incineración de combustibles fósiles, y, por lo tanto, se disminuyen gastos en termoeléctricas, eventualmente se podría disminuir la tarifa de la energía eléctrica y se contribuye a disminuir la explotación de combustibles fósiles. Por otro lado, la

disposición en rellenos sanitarios pone en riesgo la estabilidad de los residuos allí presentes por el alto contenido de agua de los lodos, por lo que evitar esta práctica es también una ventaja.

F.3. Riego

Si bien el **uso de aguas tratadas para riego** ya se realiza en ciertas PTAS, fundamentalmente en ciudades con escasez hídrica, esto se puede incentivar aún más con el objetivo de **disminuir el consumo de agua** para regadío y elementos estéticos urbanos (por ejemplo, en piletas y fuentes urbanas). Esto sin perjuicio del efecto que pudiera existir en la tarifa.

F.4. Regeneración de suelos

Se debe **prohibir la aplicación de lodos tratados en suelos de cultivos de consumo humano**, esto por la presencia de metales pesados peligrosos para la salud. Así mismo, se deben estudiar los cuidados que se debe tener ante la exposición de animales ante suelos regenerados con lodos de tratamiento. A futuro se debe evaluar **disminuir los umbrales permitidos de metales pesados en lodos tratados** para ser aplicados en suelo, al menos 10 veces para el caso del Mercurio, Zinc y Cobre y en al menos 3 veces los umbrales de Cadmio, Níquel y Plomo para alcanzar niveles similares al estándar europeo.

G. En relación al criterio Disponibilidad de Información

Es fundamental para poder llevar a cabo una GIRH la **caracterización de acuíferos**. Para ello se puede adoptar el criterio de la Water Framework Directive, en el que se exige una caracterización general de todos los acuíferos y una detallada de aquellos identificados como “en riesgo”.

Esta información debe ser de **libre acceso y fácil comprensión**. De igual manera, los resultados de las mediciones de calidad de cuerpos de agua, de descargas de aguas tratadas y extracción para consumo humano deben ser de libre acceso (descargables) y fácil comprensión. Se recomienda para esto **visores online interactivos** (con funcionalidad GIS, por ejemplo).

Se propone además realizar un **catastro** que contenga toda la **infraestructura** correspondiente a alcantarillados (colectores, cámaras y otras), considerando: materialidad, diámetros, año de construcción, propietario, red a la que corresponde (primaria o secundaria) y estado.

4.6.2. Aguas lluvia

A. En relación a los criterios Inversión y Planificación

Primero, es necesario un **cambio conceptual en la planificación de drenajes**. Esta no debe ser sólo para evitar daños estructurales si no que en primer lugar debe planificarse para conservar la función de las precipitaciones desde un punto de vista hidrológico.

En cuanto a la **inversión**, debe estar normado una cantidad **mínima anual**. Así también los **plazos de ejecución de los Planes Maestros**. Estos deben entregar una clara planificación de la inspección, mantención y construcción de infraestructura, jerarquizados por la urgencia que tengan los proyectos. La **planificación** debe ser **pública** y se debe **actualizar periódicamente** las inversiones ya realizadas. De esta manera se evita la postergación de inversiones necesarias debido a intereses políticas.

En los Planes Maestros se deben incluir procesos de **participación ciudadana activa** para identificar y solucionar problemas. Las actas deben ser públicas y se debe establecer claramente en ella las peticiones, propuestas y contrapropuestas de cada parte. Esto para hacer más democrática la planificación del espacio público y de la inversión pública.

Los resultados de los Planes Maestros deben tener compatibilidad SIG y ser de libre acceso. El **método de evaluación de inversión debe ser costo-eficiencia** y no costo-beneficio, para evitar que de esta manera la plusvalía del sector evaluado no condicione la inversión planificada.

Los proyectos deben considerar dentro del ciclo de vida la **evaluación *ex-post***, para poder corroborar el cumplimiento de los objetivos esperados, identificar problemas no previstos y solucionar eventuales problemas generados por el mismo proyecto.

B. En relación al criterio Procedimientos

Seguir las recomendaciones del **Manual de Drenajes Urbanos de la DOH debe ser parte de los requerimientos para postular a inversión en proyectos de aguas lluvias**. Más aún si se considera la propuesta inicial del punto anterior respecto a considerar la infiltración como primera opción en los diseños. De todas maneras, es recomendable que dicho Manual sea sometido a revisiones periódicas para validar su vigencia.

C. En relación a los criterios Medio ambiente y Resiliencia

En la planificación de drenaje se debe considerar la **infiltración como primera alternativa**, con el objetivo de aumentar la permeabilidad de las ciudades y aportar a la recarga de acuíferos.

Al planificar se debe considerar estudiar la posibilidad de que las aguas lluvias arrastren contaminantes hacia los drenajes o lugares de infiltración, ya que esto puede causar un daño medio ambiental no reparable.

Los caudales de descarga de aguas lluvias en cuerpos receptores fluviales deben ser controlados para no generar crecidas que tengan como consecuencia inundaciones aguas abajo. Para esto son recomendables los métodos establecidos en el Manual de Drenaje Urbano.

Por otro lado, en el **cálculo hidráulico de las redes**, además de considerar los 6 eventos exigidos para los Planes Maestros (combinaciones de 3 períodos de retorno y 2 duraciones de precipitación) se propone exigir **simulaciones no estacionarias** con distintos escenarios que permitan prever eventos de precipitación no relacionados con mediciones históricas debido al cambio climático.

Por último, se propone incentivar la **participación activa de la ciudadanía en la infiltración de las aguas lluvias** que precipitan sobre su propiedad o bien su almacenamiento para regadío y/o inodoros.

D. En relación al criterio Disponibilidad de información

Al igual que para el caso aguas servidas, es fundamental contar con un **catastro de acuíferos** caracterizados. En este caso su utilidad recae en conocer el estado de los acuíferos existentes bajo áreas urbanas y la valorizar la necesidad de contribuir a la recarga mediante infiltración de aguas lluvias.

Se propone además realizar un **catastro** que contenga toda la **infraestructura correspondiente a drenajes** (colectores, cámaras y otras), considerando: materialidad, diámetros, año de construcción, propietario, red a la que corresponde (primaria o secundaria) y estado. Es necesario **estandarizar el estado de la infraestructura en una escala simple**, de 1 a 5 por ejemplo, donde se identifique con 1 un elemento que necesite inmediata reparación y con 5 uno que no necesite

reparación alguna. Los catastros deben tener compatibilidad SIG para ponerlos a disposición pública en visores online. Se debe **registrar la última fecha de inspección y mantención o reparación según corresponda**. Esto es aplicable también al catastro de infraestructura de aguas servidas. Además de servir para transparentar la inversión, esta información servirá de base para todos los proyectos, lo que acelerará la inversión, hará más eficiente la identificación de problemas y búsqueda de soluciones y disminuye tanto la incertidumbre como los costos de inversión.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

5. Conclusiones

De la revisión del estado del arte internacional en gestión de aguas servidas y aguas lluvia, se concluye que **la tarifa y calidad del servicio no depende sólo de quien administra el sistema si no de las restricciones que el marco regulatorio le impone**. Esto ya que, si bien los sistemas de administración totalmente pública tienden a mostrar mayores coberturas que aquellos con participación de privados, no hay una relación directa entre la capacidad de inversión y la cobertura del servicio, al encontrarse países con PIB inferiores al percentil 10 de la OCDE con coberturas superiores a 70%, e incluso a 90%, a nivel nacional (urbano y rural). Por otro lado, **la participación de privados no afecta en la cobertura** ya que en la mayoría de los casos los privados administran el servicio y no necesariamente deben invertir en expandir la red.

Por lo tanto, se infiere la influencia de una tercera variable: **el interés político en la expansión de la red**. Influyen las políticas existentes respecto a la protección del medio ambiente y la descentralización, así como también características de los gobiernos como su duración (influye en la inversión a largo plazo), las dimensiones demográficas de los países, características geográficas y la división política-administrativa. Respecto a las tarifas, la participación de privados esta lógicamente relacionada con tarifas más altas. A su vez, estas dependen de las necesidades de cada país, ya que en países con bajo desarrollo es necesario tarifas mayores para satisfacer la demanda y en países desarrollados puede haber tarifas altas para emplear estándares más exigentes desde, principalmente, un punto de vista especialmente ambiental. Los países que ya han realizado las inversiones necesarias para satisfacer la demanda muestran tarifas bajas (Luxemburgo, Suiza, Irlanda, entre otros).

Tanto en los sistemas totalmente públicos como en los con participación privada es necesaria la **inclusión de contrapartes independientes en la fiscalización**. Por otro lado, la mayor participación de privados hace necesaria una regulación más exigente, estrategias que permitan la competencia entre operadores y regulaciones para evitar utilidades desmedidas e incentivar la inversión.

En la gestión de aguas lluvias, los países europeos emplean el mismo tipo de administración que en aguas servidas, esto ya que, debido a la antigüedad de las redes, los sistemas unitarios son predominantes. Las normativas y estándares más avanzados muestran como filosofía de diseño

de drenajes el mantener la función de la lluvia en la recarga de napas. Es necesario destacar que en países como Alemania, Austria, Suiza y Reino Unido se aplica una tarifa a los habitantes por la infraestructura de drenaje de aguas lluvias, no así en el caso chileno.

A diferencia de Chile, la normativa Suiza se destaca la responsabilidad que asume el gobierno con la protección del medio ambiente, la definición de contaminante como **todo elemento que altere el estado natural del agua** y el ecosistema que de ella depende, la existencia de coordinación entre municipios que comparten una misma cuenca, la alta disponibilidad de catastros de infraestructura y cuerpos de agua, la cobertura de tratamiento en sector rural y la existencia de un organismo independiente (VSA) a nivel nacional con mesas de trabajo regionales que genera innovación, investigación y desarrollo en torno a temas relacionados con agua potable y aguas residuales (aguas lluvias y servidas).

De la revisión del marco regulatorio chileno llama la atención primero el enfoque conceptual que se le otorga al agua: bien nacional de uso público, que en estado natural es mueble y estando asociado a un derecho de aprovechamiento es inmueble. No se reconoce al agua como un elemento del medio ambiente si no que se le trata como un bien económico. Esto si bien no tiene relación directa con las aguas servidas, si representa un punto de inflexión al analizar la responsabilidad que asume el Estado con la preservación de los cuerpos de agua y el enfoque social asociado a las tarifas aplicadas.

Más específicamente, se destaca en la normativa asociada a aguas servidas se delega la planificación a privados, los cuales deben planificar la inversión antes de incluso tener adjudicada la concesión. Es evidente, al observar el déficit de capacidad de las PTAS en Chile (-62%) que la inversión realizada, inferior al 0.05% del PIB, dista considerablemente de la requerida. Por otro lado, la Guía para Elaboración de Planes de Desarrollo de la SISS define como infraestructura que debe ser restaurada o reparada aquella que ha causado cortes de servicio no planificados, haciendo que la **planificación** sea **reactiva y no preventiva**.

El marco regulatorio chileno se debe analizar en el contexto de crisis en la que se encuentran las instituciones gubernamentales. La **efectividad de la fiscalización (totalmente gubernamental) no es la óptima**. El 2017 hubieron PTAS que no cumplieron umbrales permitidos en 6 meses o más y estas siguieron sin cumplir umbrales durante el 2018. Destacar también que la normativa chilena

define como incumplimiento de umbral el sobrepasar, para un 10% de las muestras, **hasta un 100%** las concentraciones máximas. Además de estos para descarga en cuerpos fluviales se puede **augmentar la concentración permitida** ponderando por la capacidad de dilución del río. Esta “flexibilización” normativa se traduce en un **carácter permisible** de la misma y disminuye el interés del privado en mejorar la calidad del servicio.

Por otra parte, la participación de los privados en la operación es discutible por la explotación de un recurso natural a título gratuito en un horizonte de tiempo indefinido, el aseguramiento de utilidades (7%) no sujeto a cumplimiento de condiciones, la formación de un monopolio natural y **que las tarifas sean similares a las de países con PIB per cápita hasta 4 veces superior al chileno**. En Reino Unido tanto la operación como la propiedad de la infraestructura es privada, sin embargo, para subsanar los problemas antes mencionados, se permite la competencia entre operadores, la fiscalización financiera es delegada a un ente independiente, los territorios operacionales son a nivel de cuenca y no se garantiza la utilidad. Dentro de la OCDE Reino Unido tiene un PIB inferior al percentil 70, y sin embargo presentan una cobertura de tratamiento superior al 90% a nivel nacional con una inversión anual del **0.33% del PIB** en el sector sanitario, muy superior al **0.07% que invierte Chile** (en agua potable y aguas servidas).

Respecto a las aguas lluvias, el marco chileno presenta una ventaja comparativa respecto a las europeas al ya contar con sistemas de drenaje separados en lugar de sistemas unitarios. Esto es beneficioso al querer disponer de las aguas lluvias de manera aislada y además contribuye a no perder eficiencia en la PTAS. Sin embargo, esto no es aprovechado ya que **la normativa actual descuida los aspectos ambientales**. La propuesta de modificar la metodología de evaluación de proyectos por costo-eficiencia también presenta una oportunidad en términos ambientales, ya que **no sería necesario rentabilizar económicamente un beneficio ambiental**. Para esto, los diseños se podrían basar o usar de **referencia obligatoria el Manual de Drenaje Urbano** para elementos específicos de la red.

Del análisis multicriterio de ambos temas se identifican en la normativa chilena aspectos desfavorables relacionados principalmente con aspectos medio ambientales, planificación de la inversión y regulación del servicio. Vale destacar que estas comparaciones son relativas a los estándares más altos hoy existentes en la materia.

Dichos aspectos desfavorables se pueden resumir a una diferencia conceptual en cómo el Estado concibe el agua. Esto es recogido en el tema aguas servidas por los criterios Protección del Medio Ambiente y Eliminación de Contaminantes. Ambos tienen puntajes inferiores a 2 (sobre un máximo de 5) debido que no se cumplen los umbrales permitidos de DBO, DQO, Fósforo y Nitrógeno total (Kjeldahl) establecidos por la Unión Europea, la no consideración de la contaminación ya existente en los cuerpos de agua (como si se hace en Suiza), el uso de derivados del cloro en la desinfección en lugar de otros métodos (carbón activado, luz UV o tratamiento con ozono) que eliminan microcontaminantes y la inexistencia de políticas de coordinación a nivel de cuenca. Se le dio importancia a la eliminación de microcontaminantes debido a que, como se mencionó en el punto 4.4, existe evidencia de presencia de ellos (bisfenol A, diclofenaco, cafeína, entre otros) en el río Bio Bio tanto aguas arriba como aguas debajo de puntos de descarga. No se encontraron estudios en otros ríos, pero es probable que la situación sea generalizada.

Los productos secundarios generados en el tratamiento del agua tienen potencial de ser valorizados como fuentes de energía, como se muestra en el análisis del criterio Oportunidades. Estas dan una **perspectiva de economía circular a la industria sanitaria**.

El criterio Planificación se ve perjudicado por la falta de una programación de la mantención de la infraestructura y lo poco exigente que es la metodología para declarar como reemplazable a la infraestructura. Esto mismo afecta al criterio inversión, además del hecho de que no hay una inversión mínima anual establecida.

El criterio Monitoreo obtiene una alta valoración debido a que la normativa es más exigente en cuanto a la cantidad de muestras mensuales que la de la Unión Europea y Suiza, sin embargo, como ya se destacó, es muy **permisible en el cumplimiento de umbrales**.

Respecto al tema aguas lluvia, los criterios mejor evaluados fueron Resiliencia y Procedimientos. En ambos influye la existencia del Manual de Drenajes Urbanos del MOP que, a pesar de no ser vinculante, propone técnicas actualizadas respecto al estado del arte para la infiltración de aguas lluvias y control de caudal de descarga.

La planificación e inversión tienen valoraciones bajas debido a ineficiencias asociadas a los Planes Maestros. Estos no planifican la inversión, si no que identifican un conjunto de inversiones necesarias y proponen diseños que, para la metodología de evaluación de proyectos se deben

estudiar a nivel de perfil ya que dicho documento considera al Plan Maestro como un “estudio básico”. La metodología de costo-beneficio empleada busca un ahorro económico a la sociedad y por lo tanto indirectamente privilegia sectores de mayor plusvalía ya que al evitar daños en infraestructura de mayores costos habrá mayores beneficios. Esto va en contra de la filosofía de **democracia y servicio público en la planificación urbana**.

Otra deficiencia de los planes maestros, es la **falta de coordinación entre municipios que comparten una cuenca** y la falta de regulación de su efectivo cumplimiento. Así también es contraproducente que, a pesar de que se define al MOP y al MINVU como responsables de las redes primarias y secundarias respectivamente, se asigne al urbanizador la responsabilidad de construir drenajes, pero sólo se le pueda obligar estando aprobado un Plan Maestro, que por lo demás tiene un tiempo máximo de aprobación de 5 años. Todo esto se refleja en una inversión anual inferior al 0.02% del PIB, 10 ciudades sin inversión en más de 20 años y numerosas inundaciones urbanas cada invierno. Por otro lado, es necesario entender que los países con mayores estándares tienen tarifas mayores y que la tarifa ahora existente en Chile ha sido posible mantener debido a que se tienen estándares poco exigentes y fiscalización deficiente.

Para solucionar los problemas descritos anteriormente se proponen 16 medidas para actualizar el marco regulatorio chileno relacionado a la gestión de aguas servidas y 5 grandes cambios en la gestión de aguas lluvias. Si bien las medidas pueden implicar alzas en las tarifas o hacer necesaria subvención estatal, el análisis de esta variable no está dentro del alcance del presente trabajo.

Aguas Servidas

1. Creación de Corporaciones Administradoras de Cuencas

Con el objetivo de definir un organismo de derecho privado y sin fines de lucro que sea regulador y contraparte de proyectos sanitarios a nivel de cuenca. Los miembros deben realizar declaración pública de relaciones contractuales, membresías y afiliaciones suyas y de sus familiares cercanos, que los invalide a participar en temas con los que puedan presentar conflicto de intereses.

2. Creación de Asociación del Agua

Entidad de derecho privado y sin fines de lucro. Debe tener como objetivo generar innovación, desarrollo e investigación en torno a temas sanitarios mediante la elaboración

de estándares, manuales y normativas. Se compone de una directiva a nivel nacional y consejos multisectoriales a nivel regional (mesas de trabajo).

3. Aumentar cobertura en sector rural

Incrementar número y capacidad de PTAS rurales con el objetivo de extrapolar el nivel de cobertura que ahora se tiene en las áreas urbanas a nivel nacional. Mantener método costo-eficiencia en el sector rural. Capacitar y fiscalizar a los propietarios de sistemas descentralizados.

4. Crear planes maestros de drenaje unificados (aguas servidas y aguas lluvia)

Coordinar la planificación de drenaje de aguas lluvias con la de aguas servidas con el objetivo de controlar las descargas totales sobre cuerpos receptores. La planificación debe jerarquizar las inversiones dentro del horizonte de tiempo dado según su urgencia. Debe implementar método de evaluación costo-eficiencia.

5. Modificar definición de fuente emisora (DS 90/2001 y DS 46/2003)

Con el objetivo de hacer más eficiente la normativa en cuanto a la regularización de contaminantes, se debe considerar como fuera de norma un flujo de descarga que, a pesar de cumplir los umbrales establecidos, genere un impacto negativo en el ecosistema.

6. Considerar contaminación previa al evaluar la autorización de descarga

De esta manera se es consecuente con el objetivo de preservar la calidad de los cuerpos de agua y mejorar la calidad de aquellos que lo necesiten.

7. Modificación de umbrales permitidos en contaminantes

Definir umbrales de DBO, DQO, fósforo y nitrógeno kjeldahl iguales o inferiores a los de la Unión Europea.

8. Implementar la eliminación de microcontaminantes

Evaluar la implementación de tratamientos con luz UV, carbón activado u ozono para eliminar en un 80% (lo que aseguran dichos métodos) microcontaminantes como: diclofenaco, ibuprofeno, pesticidas, entre otros. Esto considerando los impactos negativos en la salud humana y de la flora y fauna existente.

9. Eliminar la tolerancia al incumplimiento de los umbrales.

Modificar el punto 6.4.2 del Decreto Supremo 90 de 2001 y artículo 25 del Decreto Supremo 46 de 2003.

10. Destinar fondos a investigaciones para definir un monto de inversión anual mínimo en proyectos sanitarios y reemplazar el método de evaluación costo-beneficio por costo-eficiencia

Este monto debe incluir inspección, mantención, reparación y construcción de infraestructura. Se debe estipular en el plan maestro y es recomendable definirlo como un porcentaje de la valorización de la infraestructura existente.

11. Emplear contrapartes independientes en la fiscalización del servicio.

Esta medida busca eliminar la influencia política en la fiscalización de servicios sanitarios, ya que como se observó en el análisis del estado del arte la participación de privados requiere una tercera parte neutral para asegurar la correcta aplicación de la normativa.

12. Disminuir la garantía de utilidades e incentivar la competencia

En cuanto a las utilidades, esta medida cuenta con dos alternativas, eliminar la garantía totalmente o disminuirla, pero agregar la condición de cumplimiento de normativa. La competencia se puede generar con la reducción de los tiempos de contratos, esto es fundamental para incentivar la mejora de la calidad del servicio.

13. Aprovechar oportunidades de generación de energías renovables mediante geotermia, incineración de lodos o producción de biogases

Elevar la temperatura del agua ya tratada con energía geotérmica y esta conducirla a viviendas cercanas o edificios públicos como calefacción.

Los lodos contienen energía potencial química debido a su contenido orgánico y a los gases que se generan producto de la descomposición. Ambos pueden ser aprovechables como fuentes combustibles.

14. Aumentar la utilización de riego como método de disposición de aguas tratadas

Esto se hace actualmente en el norte del país. Sin embargo, puede ser una medida generalizada.

15. Aumentar la exigencia de presencia de metales pesados en lodos tratados que serán utilizados en regeneración de suelos

Disminuir 10 veces los umbrales permitidos de Mercurio, Zinc y Cobre y en al menos 3 veces los umbrales de Cadmio, Níquel y Plomo. Además, se debe prohibir esta aplicación de lodos en suelos destinados a cultivos de consumo humano.

16. Generar bases de datos públicas con compatibilidad SIG

Bases de datos que contengan la infraestructura existente, su estado, los caudales y calidad de descargas (y extracción). Esto con el objetivo de hacer más transparente el servicio y crear una herramienta para acelerar los proyectos.

Aguas Lluvias

1. Incentivar la recarga de acuíferos mediante infiltración de aguas lluvias

Definir en la normativa la infiltración como método de drenaje como prioritario. Esto con el objetivo de incentivar la recarga de acuíferos. Incentivar la disminución de la superficie impermeable de las viviendas, edificios comerciales y públicos.

2. Controlar la calidad y cantidad de los caudales de descarga exigiendo la implementación del Manual de Drenaje Urbano de la DOH

Que este manual sea vinculante en la normativa, ya que contiene técnicas actualizadas al estado del arte internacional para controlar los flujos de descarga e infiltración.

3. Incluir participación ciudadana activa y considerar evaluación ex-post

Hacer partícipe a la población en la búsqueda de problemas y soluciones relacionados con drenajes de aguas lluvias.

4. En el diseño hidráulico incluir simulaciones no estacionarias que consideren el cambio climático

En el contexto actual en que las estadísticas respecto a las precipitaciones históricas no son representativas de eventos futuros, es necesaria la inclusión de simulaciones dinámicas para el diseño de infraestructura.

5. Generar un catastro de infraestructura con compatibilidad SIG públicamente disponible

Esta medida tiene como objetivo transparentar la infraestructura existente y sus condiciones de servicio en catastros con compatibilidad SIG.

Las propuestas de mejoras aquí concluidas son elementos puntuales que buscan actualizar el marco regulatorio de aguas servidas y aguas lluvias con respecto a las prácticas observadas en países europeos que cuentan con los más altos estándares en gestión de recurso hídrico y recomendaciones de organismos internacionales, siempre en búsqueda de un óptimo social, ambiental y económico. Sin embargo, el trasfondo de estas medidas yace en la necesidad de un **cambio profundo en la concepción del agua**, que se alinee con el escenario actual de cambio climático, escasez hídrica en gran parte del país y la realidad de una sociedad que demanda **mayor participación en las políticas públicas**.

Nomenclatura

ANU	Amt für Natur und Umwelt [Oficina para Naturaleza y Medio Ambiente]
AP	Agua potable
AS	Aguas servidas
BAFU	Bürgeramt für Umwelt [Departamento del Medio Ambiente]
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DFL	Decreto con fuerza de Ley
DGA	Dirección General de Aguas
DOH	Dirección Obras Hidráulicas
DS	Decreto supremo
EurEau	Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Servicios del Agua
GEP	Generall Entwässerungsplan [Plan general de drenaje]
GIS	Geographic Information System
GSchG	Gewässerschutzgesetz [Ley de protección de las aguas]
GSchV	Gewässerschutzverordnung [Ordenanza de protección de las aguas]
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
INN	Instituto Nacional de Normalización
LIS	Land Information System
MDS	Ministerio de Desarrollo Social
MINSAL	Ministerio de Salud
MINVU	Ministerio de Vivienda y Urbanismo
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
MOP	Ministerio de Obras Públicas
MINSEGPRES	Ministerio Secretaría General de la Presidencia
NCh	Norma Chilena
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
Ofwat	Autoridad de Regulación de Servicios del Agua [Water Services Regulation Authority]
OE	Objetivo específico
PIB	Producto Interno Bruto
PTAS	Planta de tratamiento de aguas servidas
REP	Regionaler Entwässerungsplan [Plan regional de drenaje]
SERNAGEOMIN	Servicio Nacional de Geología y Minería
SISS	Superintendencia de Servicios Sanitarios
SNI	Sistema nacional de inversiones
SUDS	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible
TO	Territorio Operacional
USDeq	Moneda transformada a dólar estadounidense con el factor de Poder de Paridad de Compra.

Bibliografía

Alegría, M. A. (2003). "Privatización de las empresas sanitarias en el mundo: lecciones aprendidas". Dirección General de Aguas, MOP, Santiago.

Alegría, M., Celedon, E. (2006). "Historia del sector sanitario chileno. De la gestión hasta el proceso de privatización". UNRISD, Santiago.

Anthony, C., Arnold, T. (2009). "Water privatization trends in the united states : human rights , national security , and public stewardship". *Univ. Louisv. LAW*. **06** 785-849.

ANU. (2003). "Weisung für die Bearbeitung des generellen Entwässerungsplanes". Chur, Switzerland.

AQUASTAT. (2018). Area equipped for irrigation by direct use of treated municipal wastewater. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>. Visitado el 15 de octubre de 2019.

Arabern. (2019). "Erneuerbare Energie aus der arabern". Arabern, Berna.

Arce, M. (2019). "CChC alerta por falta de inversión en colectores de aguas lluvia : déficit suma más de". Diario Financiero.

Arnbjerg-Nielsen, K., Willems, P., Olsson, J., Beecham, S., Pathirana, A., Bülow Gregersen, I., Madsen, H., Nguyen, V. T. V. (2012). "Impacts of climate change on rainfall extremes and urban drainage systems: A review". *Water Science and Technology*. Vol. 68,.

BAFU. (2019). State of groundwater. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/en/home/topics/water/info-specialists/state-of-waterbodies/state-of-groundwater.html>. Visitado el 29 de septiembre de 2019.

Ballard Woods, B., Wilson, B., Udale-Clarke, H., Illman, H., Scott, T., Ashley, R., Kellagher, R. (2015). "The SUDS manual". 1.ªEd., CIRIA, Londres.

Banco Mundial. (2012). "Gestión Integral de Aguas Urbanas: Síntesis". Blue water green cities. Washington DC.

Banco Mundial. (2017). GNI per capita. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GNP.PCAP.PP.CD?locations=CH>. Visitado el 5 de marzo de 2019.

Banco Mundial. (2019). Water Sector Regulation. <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/water-sanitation/laws-regulations#further>. Visitado el 28 de septiembre de 2019.

Baumert, J., Bloodgood, L. (2004). "Private Sector Participation in the Water and Wastewater Services Industry". U.S. International Trade Commission, Washington, DC.

Beato, P. (1997). "Participacion del sector privado en los sistemas de agua potable y saneamiento : Ventajas , riesgos y obstáculos".

- Bevilacqua, R. (2018). Nuevo caso de descarga de aguas servidas en el lago Llanquihue. <https://laderasur.com/estapasando/nuevo-caso-de-descarga-de-aguas-servidas-en-el-lago-llanquihue/>. Visitado el 2 de octubre de 2019.
- CADE-IDEPE. (2001). "Plan Maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvias del Gran Santiago". DOH, Santiago.
- Caldes, G. (2017). Público o Privado, esa no es la cuestión. <https://www.iagua.es/blogs/gabriel-caldes/publico-o-privado-esa-no-es-una-cuestion>. Visitado el 30 de diciembre de 2019.
- Carrington, D., Darnes, S. (2013). "Revealed: how UK water companies are polluting Britain's rivers and beaches". The Guardian.
- Chan, N. W., Ku-Mahamud, K., Karim, M. Z. A., Lee, L. K., Bong, C. (2016). "Hydrological cycle and cities". Pp. 95-104. En: Chan, N. W. et al. (eds.), Sustainable Urban Development Textbook. Water Watch Penang & Yokohama City University, Yokohama, Japan.
- Chappelle, C., Mccann, H., Jassby, D., Schwabe, K., Szeptycki, L. (2019). "Managing Wastewater in a Changing Climate". Public Policy Institute of California, California.
- Clarke, G., Kosec, K., Wallsten, S. (2008). "Has Private Participation in Water and Sewerage improved coverage? Empirical evidence from Latin America". *J. Int. Dev.* **21**(1): 327-361.
- Cooperación Suiza en Bolivia. (2018). "La experiencia de los Organismos de Gestión de Cuencas en Bolivia". Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz.
- DGA. (2019). Mapoteca Digital. <http://www.dga.cl/productosyservicios/mapas/Paginas/default.aspx>. Visitado el 10 de septiembre de 2019.
- DGA. (2020). "Decretos de escasez hídrica vigentes enero 2020". Santiago.
- Díaz, C. (2019). Denuncian reiterados problemas debido a rebalse de aguas servidas al sur de Los Ángeles. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-del-bio-bio/2019/08/19/denuncian-reiterados-problemas-debido-a-rebalse-de-aguas-servidas-al-sur-de-los-angeles.shtml>. Visitado el 2 de octubre de 2019.
- DOH. (2013). "Manual de Drenaje Urbano". Vol. 1, MOP, Santiago, Chile.
- DOH. (2019). "Balance de gestión integral año 2018". MOP, Santiago, Chile.
- Dourojeanni, A. (1994). "La gestión del agua y las cuencas en América Latina". *Rev. la CEPAL*. **1994**(53): 111-127.
- Dourojeanni, A., Chevaleraud, Y. (2010). "Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile". Fundación Chile, Santiago, Chile.
- DVGW. (2019). Der DVGW. <https://www.dvgw.de/der-dvgw/>. Visitado el 10 de octubre de 2019.
- Dvir Cymru Cyf. (2019). Glas Cymru. <https://www.dwrcymru.com/en/Company-Information/Glas-Cymru.aspx>. Visitado el 27 de septiembre de 2019.
- EurEau. (2017). "Europe's water in figures - 2017 Edition". Bruselas.

- EurEau. (2018). "The governance of water services in Europe". The European Federation of National Associations of Water Services, Bruselas.
- EurEau. (2019). "Addressing micropollutants: a holistic approach". The European Federation of National Associations of Water Services, Bruselas, Bélgica.
- EuroGeoSurveys. (2019). Hydrogeological Map of Europe. <http://www.europe-geology.eu/groundwater/groundwater-map/hydrogeological-map-of-europe/>. Visitado el 29 de septiembre de 2019.
- European Commission. (2019a). Status of implementation of the WFD in the Member States. https://ec.europa.eu/environment/water/participation/map_mc/map.htm. Visitado el 31 de diciembre de 2019.
- European Commission. (2019b). The UWWT Directive lays down four main principle obligations. https://ec.europa.eu/environment/water/water-urbanwaste/directiveprinciples/index_en.htm#planning. Visitado el 28 de septiembre de 2019.
- FAO. (1992). "Wastewater treatment and use in agriculture". Naciones Unidas, Rome.
- FAO. (2003). "Optimizing Soil Moisture for Plant Production". FAO Soils Bulletin 79. Roma.
- FAO. (2007). "Un nuevo enfoque de gestión de cuencas hidrográficas". En: La nueva generación de programas y proyectos de gestión de cuencas hidrográficas. 1.ªEd., FAO, Roma.
- FAO. (2019). AQUASTAT. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>. Visitado el 10 de octubre de 2019.
- Giakoumis, T., Voulvoulis, N. (2018). "The Transition of EU Water Policy Towards the Water Framework Directive's Integrated River Basin Management Paradigm". *Environ. Manage.* **62**(5): 819-831.
- Gladys Vidal ; Sujei Hormazábal. (2018). "Humedales Construidos. Diseño y operación.". Vol. 1, 1.ªEd., Universidad de Concepción, Concepción.
- Global Water Partnership. (2009). "Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas". GWP, INBO. Londres.
- IBC. (2019). Wärmeverbund ARA Chur. <https://ibc-chur.ch/angebot/waerme/>. Visitado el 28 de septiembre de 2019.
- INE. (2017). "Censo 2017". Santiago, Chile.
- Inglezakis, V., Zorpas, A., Karagiannidis, A., Petros, S., Voukkali, I., Sklari, S. (2014). "European Union legislation on sewage sludge management". *Fresenius Environ. Bull.* **23**(2): 635-639.
- INN. (1978). "Requisitos de calidad del agua para diferentes usos". NCh 1333 of. 78. Chile.
- INN. (2009). "Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales - Diseño y cálculo de redes". NCh1105 of. 2009. Santiago, Chile.
- Kasper, W. (2019). Competition. <https://www.econlib.org/library/Enc/Competition.html>. Visitado el 27 de septiembre de 2019.

- Khoury-nolde, N. (2019). "Rainwater infiltration". Fachvereinigung Betriebs und Regenwassernutzung e.V., Germany.
- Kollmann, R., Neugebauer, G., Kretschmer, F., Truger, B., Kindermann, H., Stoeglehner, G., Ertl, T., Narodoslawsky, M. (2017). "Renewable energy from wastewater - Practical aspects of integrating a wastewater treatment plant into local energy supply concepts". *J. Clean. Prod.* **155** 119-129.
- Liu, A., Goonetilleke, A., Egodawatta, P. (2015). "Role of Rainfall and Catchment Characteristics on Urban Stormwater Quality". SpringerBriefs in Water Science and Technology, Singapore.
- Lobina, E. (2001a). "UK Water privatisation – a briefing". School of Computing and Mathematical Sciences, University of Greenwich, Londres.
- Lobina, E. (2001b). "UK Water privatisation – a briefing". School of Computing and Mathematical Sciences, University of Greenwich, Londres, Inglaterra.
- Marin, P. (2009). "Evolution of water PPPs in developing countries". Pp. 17-36. En: Public-Private Partnerships for Urban Water Utilities: A Review of Experiences in Developing Countries. 1.^aEd., The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington.
- Martin, P. (2013). 24 Years Later: A Look at Water Privatisation in England and Wales. <https://www.bv.com/insights/expert-perspectives/24-years-later-look-water-privatisation-england-and-wales>. Visitado el 28 de septiembre de 2019.
- Mateo-Sagasta, J., Raschid-Sally, L., Thebo, A. (2015). "Global Wastewater and Sludge Production, Treatment and Use". Pp. 15-38. En: Pay, D., Qadir, M., y Wichelns, D. (eds.), Wastewater: Economic Asset in an Urbanizing World. 1.^aEd., Springer US, New York.
- Matsushita, J., Ozaki, M., Nishimura, S., Ohgaki, S. (2001). "Rainwater drainage management for urban development based on public-private partnership". *Water Sci. Technol.* **44**(2-3): 295-303.
- Maureira, H., Kuijk, F. (2017). "Escenarios Hídricos 2030 : Indicador de déficit hídrico en Aguas Subterráneas de Chile". Escenarios Hídricos 2030 Chile - UNESCO, Santiago.
- MDS. (2017). "RIS Planes Maestros de Aguas Lluvias". Santiago.
- Millsap, A. (2016). Privatizing Water Facilities Can Help Cash-Strapped Municipalities. <https://www.forbes.com/sites/adammillsap/2016/10/05/privatizing-water-facilities-can-help-cash-strapped-municipalities/>. Visitado el 27 de septiembre de 2019.
- Ministerio de Desarrollo Social. (2013). "Metodología de preparación y evaluación de proyectos de evacuación y drenaje de aguas lluvias". Santiago.
- Ministerio de Desarrollo Social. (2017). "RIS Proyectos aguas servidas sector urbano". Santiago.
- Ministerio de Economía. (1990). "Crea la Superintendencia de Servicios Sanitarios". Ley 18902. Chile.
- Ministerio de Justicia. (1981). "Código de Aguas". D.F.L 1122. Chile.
- MINSEGPRES. (2001). "Establece norma de emisión para la regulación de contaminantes

- asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales". D.S 90. Santiago, Chile.
- MINSEGPRES. (2003). "Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas". D.S. 46. Chile.
- MINSEGPRES. (2009). "Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamientos de aguas servidas". D.S. 4. Chile.
- MINSEGPRES. (2011). "Sobre asociaciones y participación ciudadana en la gestión pública". Ley 20500. Chile.
- MOP. (1989). "Ley General de Servicios Sanitarios". D.F.L. 382. Chile.
- MOP. (1997). "Regula Sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias". Ley 19525. Chile.
- MOP. (2005). "Reglamento de las concesiones sanitarias de producción y distribución de agua potable y de recolección y disposición de aguas servidas y de las normas sobre calidad de atención a los usuarios de estos servicios". Decreto 1199. Chile.
- MOP. (2017). "Regula los Servicios Sanitarios Rurales". Ley 20998. Chile.
- MOP. (2018). "Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises". Ley 21075. Chile.
- National Research Council. (2002). "Key Issues in Water Services Privatization". En: Privatization of Water Services in the United States: An Assessment of Issues and Experience. 1.^aEd., The National Academies Press, Washington, DC.
- ntv. (2018). Gebühren für Niederschlagswasser senken. <https://www.n-tv.de/ratgeber/Gebuehren-fuer-Niederschlagswasser-senken-article20293474.html>. Visitado el 28 de septiembre de 2019.
- OCDE. (2001). Purchasing Power Parity. <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2204>. Visitado el 31 de diciembre de 2019.
- OCDE. (2018a). Gross domestic product. <https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm>. Visitado el 11 de octubre de 2019.
- OCDE. (2018b). Wastewater treatment (% population connected). https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=water_treat. Visitado el 10 de octubre de 2019.
- Ofwat. (2018). "Rules of Procedure for the Water Services Regulation Authority". Reino Unido.
- Ofwat. (2019a). "Register of Board Members' disclosable interests for the Water Services Regulation Authority (Ofwat)". Birmingham.
- Ofwat. (2019b). Surface water drainage. <https://www.ofwat.gov.uk/households/your-water-bill/surfacewaterdrainage/>. Visitado el 29 de septiembre de 2019.
- ÖWAV. (2019). Wir über uns. <https://www.oewav.at/ÖWAV/Wir-über-uns>. Visitado el 10 de octubre de 2019.
- Patel, H., Vashi, R. T. (2015). "Chapter 1 - Introduction". Pp. 1-20. En: Patel, H. y Vashi, R. T. B. T.-

- C. and T. of T. W. (eds.), *Characterization and Treatment of Textile Wastewater*. Elsevier, Boston.
- Peña, H. (1996). "Corporaciones administradoras de cuencas: Proposición de una definición conceptual". DGA, Santiago.
- Pochat, V. (2005). "Entidades de gestión del agua a nivel de cuencas: experiencia de Argentina". CEPAL, Santiago.
- Priestley, S., Hough, D. (2016). "Increasing competition in the water industry". Briefing Paper. House of Commons Library, Londres.
- Raschid-Sally, L., Jayakody, P. (2009). "Drivers and Characteristics of Wastewater Agriculture in Developing Countries: Results from a Global Assessment". IWMI, Colombo, Sri Lanka.
- Rodríguez, M. (2017). "Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible". Tesis para grado de arquitecto. E.T.S.A.M.
- Rozas, O. (2016). "Presencia de Microcontaminantes Orgánicos en el río Biobío : Evaluación de Procesos de Oxidación Avanzada , UV / H₂O₂ y O₃ / CAP , como alternativas para su abatimiento". Universidad de Concepción.
- Schweizerische Bundesrat. (1998). "Gewässerschutzverordnung". 814.201 (GSchV). Berna.
- SEP. (2006). "La Modernización del Sector Sanitario en Chile". 1.ªEd., SEP, Santiago.
- SISS. (2009). "Guía De Elaboración De Los Planes De Desarrollo". Santiago.
- SISS. (2017). "Informe de Coberturas Sanitarias". Santiago.
- SISS. (2019a). Informes sector sanitario. <http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html>. Santiago. Visitado el 2 de octubre de 2019.
- SISS. (2019b). Marco Regulatorio Sector Sanitario. <http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6432.html>. Santiago. Visitado el 24 de septiembre de 2019.
- SISS, Centro UC. (2018). "Compendio normativo de los servicios sanitarios". Superintendencia de Servicios Sanitarios. CDGA & SISS, Santiago, Chile.
- Stadt Aurich. (2019). Abwasser erwärmt Fernwärmenetz. https://www.dbu.de/123artikel30638_2430.html.
- Stadt Zürich. (2018). Preise für Privatpersonen. https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/entsorgung_recycling/sauberes_wasser/liegenschaftsentwaesserung/p_reise_privatpersonen.html. Visitado el 28 de septiembre de 2019.
- Swisstopo. (2019). SwissSURFACE3D. https://shop.swisstopo.admin.ch/en/products/height_models/surface3d. Visitado el 29 de septiembre de 2019.
- The Council of the European Union. (1991). "Urban Waste Water Treatment Directive". 91/271/EEC. Unión Europea.
- The Council of the European Union. (2000). "Water Framework Directive". 2000/60/EC. Unión

Europea.

Toledo, M. (2016). ¿Por qué las lluvias afectan tanto la infraestructura en Santiago? <http://www.uchile.cl/noticias/120630/por-que-las-lluvias-afectan-tanto-la-infraestructura-en-santiago>. Visitado el 5 de octubre de 2019.

Umwelt Bundesamt. (2018). "Recommendations for reducing micropollutants in waters". German Environment Agency, Dessau-Rosslau.

UNEP. (2012). "The UN-Water Status Report on the Application of Integrated Approaches to Water Resources Management". United Nations, Nairobi, Kenya.

USEPA. (2015). "Water and Wastewater Systems Sector-Specific Plan". USEPA, Washington, DC.

Vergara, A. (2005). "Potestades Administrativas En Materia De Aguas Lluvias: Las Inundaciones Y La Planificación Urbana". (December): 133-146.

Villaroel, M. J. (2019). SISS por contaminación de agua en Osorno: Es un problema complejo sacar todo el petróleo derramado. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-los-lagos/2019/07/12/siss-por-contaminacion-de-agua-en-osorno-es-un-problema-complejo-sacar-todo-el-petroleo-derramado.shtml>. Visitado el 2 de octubre de 2019.

VSA. (2019). Arbeitweise. <https://www.vsa.ch/ueber-den-vsa/der-vsa/arbeitsweise/>. Visitado el 10 de octubre de 2019.

Wharton University of Pennsylvania. (2015). America's Neglected Water Systems Face a Reckoning. <https://knowledge.wharton.upenn.edu/article/americas-neglected-water-systems-face-a-reckoning/>. Visitado el 27 de septiembre de 2019.

Zambrano-Bigiarini, M. (2019). Sequía y escasez hídrica en Chile: parecidas, pero no iguales. <https://www.elmostrador.cl/destacado/2019/09/13/sequia-y-escasez-hidrica-en-chile-parecidas-pero-no-iguales/>. Visitado el 2 de octubre de 2019.

ANEXO A
MARCO REGULATORIO SUIZA

A.1 Contexto marco regulatorio Suiza

Suiza es una Federación, compuesta por 26 cantones (Kantone, Kanton singular, equivalente a regiones). Cada cantón se subdivide en Bezirke (Bezirk singular, equivalente a distritos), y cada Bezirk en Gemeinden (Gemeinde singular, equivalente a municipios). En total hay 2500 Gemeinden (Bundesamt für Statistik, 2019).

El historiador Martin Illi resume la historia del alcantarillado suizo en la página web sobre la historia suiza Historisches Lexicon der Schweiz (Illi, 2002). En 1867 Después de las consecuencias de las malas condiciones de higiene y las epidemias europeas de tifus y cólera, Zurich decide construir la primera red de alcantarillado. Otras ciudades como Ginebra y Basilea ya tenían antiguos sistemas de alcantarillado.

En 1917 se observó un esfuerzo temprano para implementar un sistema sanitario adecuado con la primera Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) en St. Gallen (Illi, 2002), hasta los años 60 los cuerpos de agua fueron el punto final de todo tipo de aguas servidas (BAU, 2017).

Hoy en día, el agua está protegida en la Constitución Federal y en la Gewässerschutzgesetz [Ley de Protección del Agua] (GSchG) (Schweizerische Bundesversammlung, 1991). Con la GSchG, la Federación comenzó a invertir en PTAS, pasando de un 14% de cobertura de tratamiento en 1965 a un 90% en 1990 y luego un 97% en 2005 (BAU, 2017).

A nivel federal, la protección, el uso y la gestión del agua están regulados por la Constitución Federal (Schweizerische Bundesrat, 1999), la GSchG (Schweizerische Bundesversammlung, 1991) y la Gewässerschutzverordnung [*Ordenanza de Protección del Agua*] (GSchV) (Schweizerische Bundesrat, 1998).

La WPA protege el ciclo natural del agua, los ecosistemas y los paisajes al regular el tratamiento de alcantarillado y la producción de agua potable (Schweizerische Bundesversammlung, 1991).

Además, la GSchV establece instrumentos de planificación territorial a nivel comunal y regional para garantizar el cuidado del agua mediante una correcta planificación de las redes de aguas servidas y aguas lluvia.

Para resumir y entender mejor la situación de las aguas servidas y aguas lluvia en Suiza, se muestra la siguiente tabla como en Suiza se da solución a los temas abordados en la “Definición del Problema” del capítulo 1.

Tabla A.1. Resumen contexto gestión de aguas servidas y aguas lluvia en Suiza.

	Problema	Descripción	Fuente
Aguas Servidas	Administración pública	25 de los 26 cantones delegan la administración a las municipalidades.	-
	Cobertura	La cobertura es de un 97% con respecto al total de la población. Las municipalidades deben asegurar también el correcto tratamiento en sectores rurales aislados.	(BAFU, 2019b)
	Tratamiento de agua	759 plantas de tratamiento. 100 de ellas con plan para implementar remoción de microcontaminantes.	(Bundesrat, 2015)
	Regulación	<i>Self-regulation</i> . Baja dependencia de regulación externa.	(BAFU, 2010)
	Inversión	Las municipalidades deben invertir el 1.5% del valor de la infraestructura existente. Inversión cercana a US 94 por persona dólares al año. Representa el 0.13% del PIB.	(Hoffmann <i>et al.</i> , 2014)
	Conflictos de intereses	No se observan conflictos de intereses. El objetivo del administrador (municipalidades) es cumplir con los objetivos de la ley y no el generar utilidades.	(Schweizerische Bundesrat, 1998)
Aguas lluvia	Inundaciones	Se registran casos aislados en eventos de precipitaciones extremas.	-
	Responsabilidad Estado	Planificación, construcción y mantención es responsabilidad de municipalidades.	(Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Inversión	Las municipalidades deben invertir el 1.5% del valor de la infraestructura existente. Se considera dentro de la inversión de aguas servidas.	(Hoffmann <i>et al.</i> , 2014)
	Conflicto de intereses	Gobiernos de larga duración con reelección incentiva inversiones a largo plazo. Los objetivos de las municipalidades son los mismos objetivos definidos en la Ley.	(Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019b)
	Gestión de cuencas	Se coordina mediante los Planes de drenaje comunales y regionales.	(Schweizerische Bundesrat, 1998)
	Proyectos aguas lluvia	Sólo se evalúan costos, no se valorizan los beneficios.	(ANU, 2003)
	Planificación	Se planifica la construcción y mantención para cada año del período planificado, indicando la	(ANU, 2003)

		infraestructura y el tipo de obra correspondiente. Se consideran sólo los costos en la evaluación de proyectos.	
	Información	Existe caracterización completa de acuíferos, con mediciones periódicas del nivel y recarga. Además, hay mediciones generalizadas de la calidad de los cuerpos de agua. Toda la información es compatible con GIS y está a libre disposición.	(BAFU, 2019a)

A.2. Revisión y análisis marco regulatorio suizo

En concordancia con el segundo objetivo específico (OE₂), se revisó exhaustivamente la normativa suiza que establece disposiciones generales respecto a: la protección de las aguas, su uso para consumo, regadío y fines industriales, zonas de protección ambiental, recolección y tratamiento de aguas servidas y drenaje de aguas lluvia (Tabla A.2). Además, se revisaron los manuales utilizados para llevar a cabo proyectos de planificación de drenaje. Estos documentos son de carácter legislativo y metodológico.

También se hizo una esquematización de la organización de los poderes del estado y sus niveles de jerarquización, para poder contextualizar al lector y tener en cuentas las características del sistema político en el posterior análisis.

Tabla A.2. Lista de normativas analizadas

Folio	Título	Año	Tipo de documento	Tema
01	Ley de protección de las aguas [<i>Gewässerschutzgesetz</i>]	1991 rev. 2017	Ley	Protección de aguas
02	Decreto de protección de las aguas [<i>Gewässerschutzverordnung</i>]	1998 rev. 2018	Decreto	Protección de aguas
03	Ordenanza para el desarrollo del plane general de drenaje [<i>Weisung für die Bearbeitung des generellen Entwässerungsplan</i>]	2003	Ordenanza	Planes generales de drenaje
04	Planificación, construcción y operación de plantas de tratamiento para construcciones fuera de la zona urbana [<i>Planung, Bau und Betrieb von Abwasseranlagen für Bauten ausserhalb der Bauzone</i>]	2009 rev. 2014	Metodología	Plantas de tratamiento en sector rural

A.2.1 Estructura política

Para contextualizar, se muestra en la Figura A.1 la organización del poder Ejecutivo y Legislativo en Suiza. La estructura de gobierno se define como una Confederación de democracia directa. Se subdivide en Cantones (26) y Municipios (2250), los que son independientes entre si (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019f). Esto quiere decir, que los cantones pueden establecer leyes (leyes cantonales) que regulen los aspectos no tratados por la constitución ni por las leyes federales. Así mismo los municipios pueden regular aspectos que no lo están a nivel federal ni cantonal.



Figura A.1. Esquema organización política en Suiza.

La unidad fundamental es la Asamblea municipal (Kuenzi, 2019), instancia que en la mayoría de los municipios es de participación abierta a la ciudadanía y en los municipios de mayor población se constituyen por parlamentos con miembros de participación fija. Es dirigida por el concejo municipal, cuyos miembros representan a los distintos Ministerios (Ladner y Haus, 2019).

Los municipios se agrupan en distritos electorales, cada distrito se ve representado en el Concejo Cantonal por una cantidad de miembros proporcional a sus habitantes. Estos son elegidos cada cuatro años por votación popular, con posibilidad de reelección.

La Asamblea federal se compone por una cámara alta y una baja (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019c). La cámara alta tiene 2 miembros por cantón (20 cantones) y 1 por cada medio-cantón (6 que históricamente fueron cantones, pero recientemente se unieron con otros). Los 200 diputados de la cámara baja se distribuyen de manera proporcional a la población de los cantones a los que representan. Los miembros del poder legislativo en todos los niveles son elegidos por votación popular, y no se considera formalmente un empleo a tiempo completo, aunque actualmente en la práctica si lo es (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019e).

En todos los niveles, el poder legislativo elige a los miembros del ejecutivo. Estos pueden ser (y en la práctica lo son) de distintos partidos y corrientes políticas (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019b). Sin embargo, se considera una colegiatura, es decir todos deben defender la postura de la mayoría del concejo como propia, aunque eventualmente no la compartan. Los miembros del Concejo Federal (7) dirigen los Departamentos o Ministerios, y son ellos mismos los que eligen cual dirigir (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019b).

Dentro del Concejo Federal se designa un presidente, pero este no tiene mayores atributos que los otros seis miembros. Su función es representar al concejo. Además la Asamblea designa un Canciller, el que tiene la responsabilidad de tomar decisiones cuando no se llegue a acuerdo en las votaciones populares o de la asamblea (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019a).

Los Ministerios se subdividen en oficinas. Así, por ejemplo, dentro del Ministerio de medio ambiente, transporte, energía y comunicaciones, se encuentra la Oficina Federal del Medio

Ambiente (Bundesamt für Umwelt, BAFU). Cada Oficina se ve representada por una equivalente a nivel cantonal. Por ejemplo, en el cantón Graubünden, el equivalente de la BAFU es la Oficina del Medio Ambiente y la Naturaleza (Amt für Natur und Umwelt, ANU). Por otro lado, al ser una democracia directa, los ciudadanos tienen el derecho de participar directamente en la política nacional. Esto implica que cualquier cambio en la constitución, así como también la decisión de formar parte de organismos internacionales, debe ser aprobado en votación popular (Referéndum obligatorio). De no estar de acuerdo con una ley, la ciudadanía puede ejercer un Referéndum Facultativo, juntando 50.000 firmas dentro de 100 días después de aprobada la ley. De esta forma dicha ley se debe someter a votación popular. Una tercera posibilidad es la Iniciativa Ciudadana, mediante la cual los ciudadanos pueden proponer modificaciones a la constitución. Para esto se requiere juntar 100.000 firmas en 18 meses, y tiene como objetivo generar discusión política en la Asamblea (Schweizerische Eidgenossenschaft, 2019d).

A.2.2. Marco regulatorio

La protección del agua en Suiza es un deber constitucional de la Federación. Según el artículo 73, esta se debe preocupar del estado del agua, su uso a bajo costo y la protección ante contaminantes. Además debe asegurar caudales remanentes adecuados y tiene la potestad de decir la participación de los cantones en acuerdos internacionales (Schweizerische Bundesrat, 1999). A nivel de federación existe una Ley de Protección de las Aguas (Schweizerische Bundesversammlung, 1991) y su correspondiente Decreto de Protección de las Aguas (Schweizerische Bundesrat, 1998) que regulan la protección de las aguas. En la Figura A.1 se puede ver un esquema de la Ley enfocado a la regulación de aguas servidas y aguas lluvia y en la Figura A.2 un esquema del Decreto.

Dentro de los objetivos de la Ley se encuentran: proteger la salud de personas, animales y plantas, asegurar la disponibilidad del agua potable, proteger ecosistemas, proteger el agua como elemento del entorno. Para esto ambos documentos se centran en tres grandes ejes: zonas de protección, agua potable (extracción, tratamiento y distribución), aguas servidas y aguas lluvia.

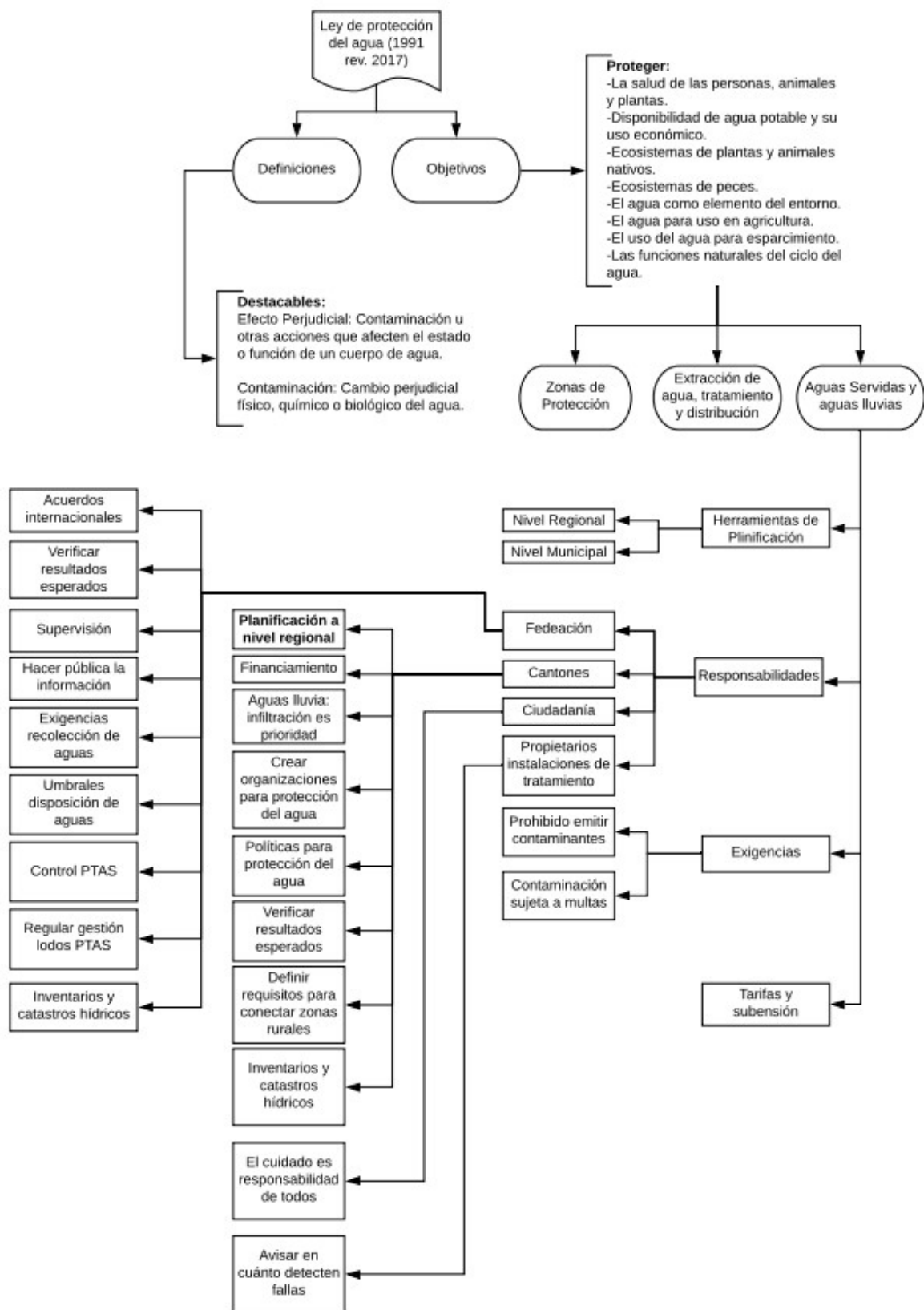


Figura A.2. Diagrama Ley de Protección del Agua.

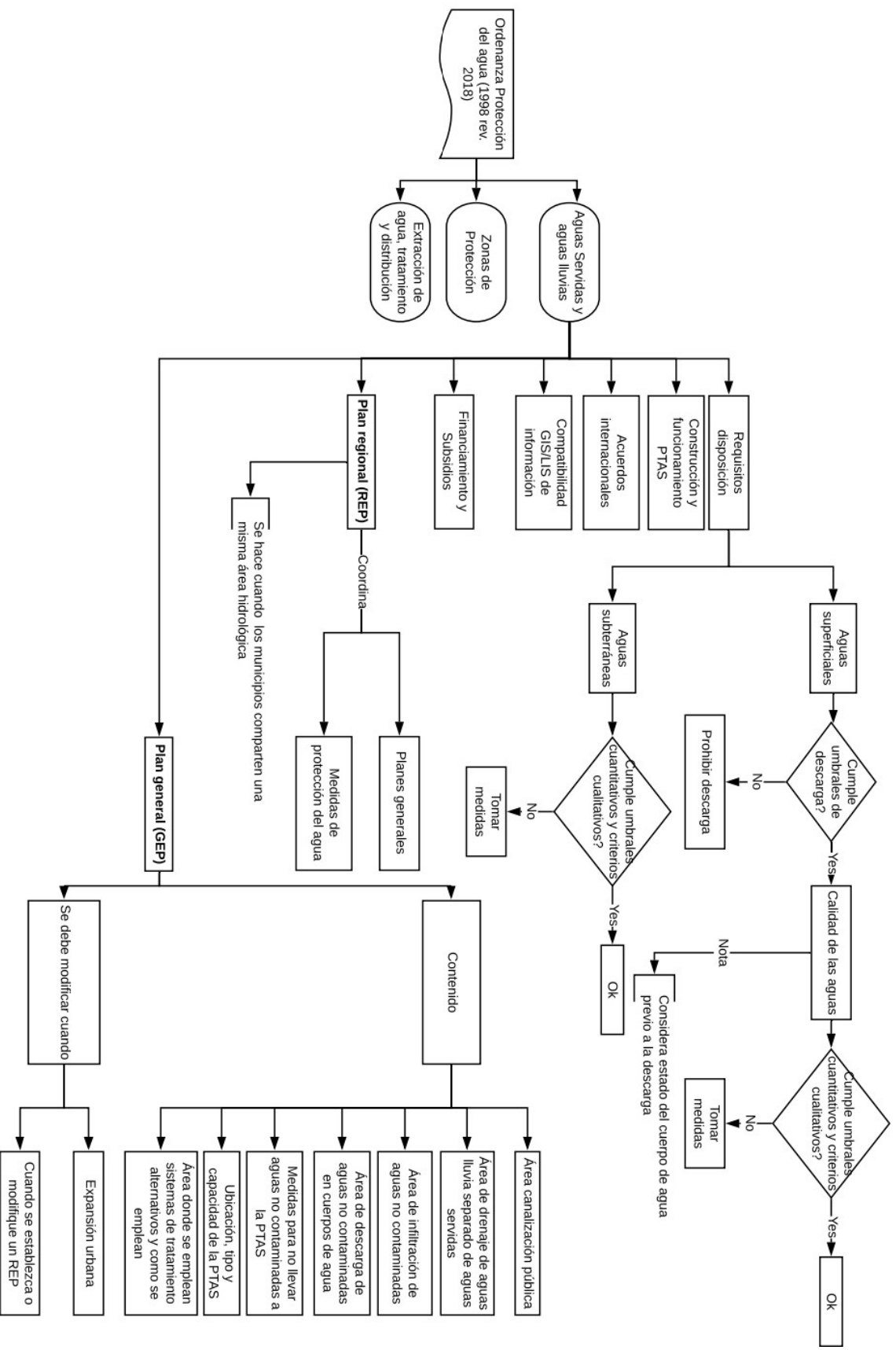


Figura A.3. Diagrama Decreto de Protección de las Aguas

De las definiciones que realiza la Ley, vale destacar dos. Por un lado, define “efecto perjudicial” como contaminación u otras acciones que afecten el estado o función de un cuerpo de agua. Luego define “contaminación” como cambio perjudicial físico, químico o biológico del agua. Por lo tanto, un contaminante se entiende como cualquier agente que provoque dichos efectos.

Dentro de las disposiciones generales de la Ley, se encuentra la declaración de la protección del agua como una responsabilidad de todo ciudadano y una prohibición general a causar efectos negativos en un cuerpo de agua.

En lo que respecta a aguas servidas y aguas lluvia, la Ley define responsabilidades para el Concejo Federal, la Asamblea Federal, los Cantones y los propietarios de las instalaciones de tratamiento. Este último por lo general corresponde a las municipalidades. El Decreto establece la herramienta fundamental para asegurar la protección de las aguas, los Planes Generales de Drenaje. Estos tienen un alcance a nivel de municipio y abarca la planificación de recolección de aguas servidas, drenaje de aguas lluvia y tratamiento de aguas servidas. Ya que los límites de dos o más municipios pueden estar comprendidos dentro de una misma cuenca hidrográfica, se establece que los Cantones deben asegurar la protección del agua y coordinación de los GEP mediante Planes Regionales de Drenaje (REP). Los Cantones y la Federación deben asegurar proveer la información necesaria para el desarrollo de los GEP y REP, mediante inventarios y catastros hídricos, los que deben ser de acceso público y tener compatibilidad GIS (Geographic Information System) y LIS (Land Information System), al igual que los planes de drenaje.

Según el Decreto, un GEP debe definir el área de alcantarillado público, el área dónde se conducen las aguas lluvias por separado de las aguas servidas, área cuyas aguas no contaminadas se infiltran, áreas cuyas aguas no contaminadas se descargan en cuerpos de agua, medidas para evitar que las aguas lluvia lleguen a las PTAS, ubicación, tipo y capacidad de las PTAS, áreas con sistemas de tratamiento alternativos. Estos se deben modificar en casos de expansión urbana y cuando se defina o modifique el REP correspondiente.

Los GEP se diseñan de manera conjunta entre el Departamento de Medio Ambiente (o su equivalente a nivel municipal), el municipio y una oficina de ingeniería.

La Federación debe supervisar el cumplimiento de los requisitos y controlar que se cumplan los resultados esperados de las medidas tomadas.

En cuanto al tratamiento de aguas servidas, el Decreto hace distinción entre cuerpos subterráneos y superficiales. Para los primeros existen umbrales de calidad cuantitativos y criterios cualitativos. Dentro de los cualitativos, se señala que, luego de la descarga el agua debe poder cumplir los requerimientos de la Ley de Alimentos mediante tratamientos simples. Por otro lado, para los cuerpos de agua superficiales se establecen umbrales cuantitativos medibles en el flujo de descarga, y otros umbrales para asegurar la calidad del agua en el cuerpo receptor, que por lo tanto consideran las condiciones previas refiriéndose a concentraciones disueltas. Además, también establece criterios cualitativos, como por ejemplo no poder observar a simple vista colonias bacterianas, hongos o protozoos ni tampoco crecimiento de algas no normal para el ecosistema, o afectar el desarrollo normal de fauna, flora o microorganismos del cuerpo receptor. Al no cumplir los umbrales de concentraciones en el flujo de descarga, esta se debe prohibir. Al no cumplir los umbrales de calidad, se deben tomar medidas para subsanar el problema.

Además, el 2014 se incluyó en la normativa el requisito de eliminar microcontaminantes con un 80% de eficiencia.

Para asegurar el cuidado de ríos y lagos compartidos por otros países, Suiza forma parte de acuerdos y comisiones internacionales, para cuyo cumplimiento la Federación debe subvencionar a los Municipios. Estos son:

- International Commission for the Protection of the Rhine (ICPR)
- International Commission for the Protection of Lake Constance (IGKB)
- Commission for the Protection of the Waters of Lake Geneva (CIPEL)
- International Commission for the Protection of Italian-Swiss Waters (CIPAIS)
- Commission for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR).

En cuanto a la administración del sistema de drenaje y tratamiento, la Federación no impone una forma en particular. Es decir, los Cantones pueden decidir tener una administración pública o privada. De los 26 Cantones sólo el Cantón de Uri tiene una administración privada (BAFU, 2010), y se espera que a futuro el resto de los cantones siga la misma modalidad para aumentar la eficiencia de las PTAS, disminuir costos y a largo plazo tener mayores recursos para mantención (BAFU, 2010).

A.3. Desarrollo de un GEP

En este punto tiene un rol fundamental la Asociación Suiza del Agua (VSA). Esta institución es independiente del gobierno y es el ente generador de manuales y recomendaciones para el desarrollo de proyectos relacionados con la protección del agua. Está compuesta por miembros de servicios públicos, oficinas de ingeniería, empresas, universidades e institutos (VSA, 2013).

En lo que a los GEP se refiere, la VSA es autora del “Libro Patrón” (Musterpflichtheft, VSA 2010) utilizado para basar el diseño y posterior control de dichos proyectos. Además desarrolló un sistema de universalización de la información en proyectos de drenaje urbano (Datenstruktur Siedlungsentwässerung, VSA-DSS 1999) que cuenta con un sistema de especificaciones para los GEP denominado GEP-Daten para facilitar la compatibilidad y uso de la información (VSA, 2019b). Esta información debe ser provista por el Departamento de Medio Ambiente, en cumplimiento con la Ley de Información Geográfica de 2008 (Schweizerische Bundesrat, 1998).

Gracias a esta unificación de la información, la información base para el desarrollo de estos proyectos se encuentra disponible en sistemas de información geográfica (GIS o LIS).

Esta institución se asegura de mantener los manuales actualizados al estado del arte en la materia, además de considerar reuniones anuales con sus pares de Alemania (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, DWA), Austria (Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, ÖWAV) y a nivel de continente con la European Water Association (EWA) y European Federation of National Associations of Water & Waste Water Services (EurEau) (VSA, 2019a).

La VSA además genera conocimiento por medio de Centros de Competencia orientados, por ejemplo, a capacitar al personal encargado de las PTAS (VSA, 2013).

Las etapas de un GEP y sus contenidos mínimos (ANU, 2003) son:

1. Situación actual

- 1.1. Cuerpos de agua
- 1.2. Aguas no deseadas
- 1.3. Red de alcantarillado
- 1.4. Infiltración
- 1.5. Áreas tributarias
- 1.6. Informe de riesgos

2. Concepto de drenaje

- 2.1. Propuestas de mejora
- 2.2. Preguntas específicas
- 2.3. Verificación del nuevo concepto de drenaje

3. Ante-proyecto

- 3.1. Red de alcantarillado
- 3.2. Obras especiales
- 3.3. Infiltración y/o retención
- 3.4. Reducción de aguas no deseadas
- 3.5. Plan de mantención e inversión
- 3.6. Preservación y conservación

Ya que la cobertura de las aguas servidas en las ciudades es completa, en la práctica las nuevas conexiones de alcantarillado son para:

- a) Separar las aguas lluvia de las aguas servidas
- b) Disminuir los caudales de alcantarillados con exceso
- c) Aumentar la infiltración de las aguas no contaminadas
- d) Proveer de drenaje a zonas definidas como urbanizables por los planes reguladores
- e) Conectar zonas fuera del área urbana

Para la conexión de zonas fuera del área urbana, el Decreto exige conectar a la PTAS aquellos casos que resulten factible técnica y económicamente. Para esto, los Cantones establecen criterios para discriminar que casos son factibles y cuáles no. En general el costo considerado factible ronda los 8000 CHF por cama por habitación o por habitante equivalente (Kanton Zug, 2019). Dependiendo el tipo de edificio este valor cambia, para una cabaña en el Cantón de Graubünden disminuye a 6400 CHF (ANU, 2014). La factibilidad técnica depende de la posibilidad de acceso a la propiedad con maquinaria (ANU, 2014).

Para aquellos casos donde no es factible, se debe planificar el tratamiento con métodos alternativos. Finalmente, ningún edificio en zona urbana o rural debe verter o tratar sus aguas servidas de alguna manera no autorizada por la autoridad ambiental local.

Los planes de inversiones y mantenimiento indican los tramos de alcantarillado que se deben reparar puntualmente, parcialmente o reemplazar completamente. Esta inversión se distribuye según prioridad durante el horizonte de tiempo para el que se planifique el GEP (usualmente 20 años). Los municipios están obligados a invertir un mínimo anual equivalente al 1.5% de la valorización de la infraestructura existente en el año 0.

Bibliografía

- ANU. (2003). "Weisung für die Bearbeitung des generellen Entwässerungsplanes". Chur, Switzerland.
- ANU. (2014). "Merkblatt: Planung, Bau und Betrieb von Abwasseranlagen für Bauten ausserhalb der Bauzone". Chur.
- BAFU. (2010). "Reporting for Switzerland under the Protocol on Water and Health". Federal Office of Public Health and Federal Office for the Environment Publication. Bern, Switzerland.
- BAFU. (2019a). Grundwasser-Quantität. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-gewaesser/zustand-des-grundwassers/grundwasser-quantitaet.html>. Visitado el 5 de octubre de 2019.
- BAFU. (2019b). Indikator Wasser. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/thema-wasser/wasser--daten--indikatoren-und-karten/wasser--indikatoren/indikator-wasser.pt.html/aHR0cHM6Ly93d3cuaW5kaWthdG9yZW4uYWRTaW4uY2gvUHVibG/ljLOFIbURldGFpbD9pbmQ9V1MwNzYmbG5nPWRIJIN1Ymo9TG%3D%3D.html>. Visitado el 1 de enero de 2020.
- Bundesamt für Statistik. (2019). Kataloge und Datenbanken. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/karten.assetdetail.7008563.html>. Visitado el 22 de julio de 2019.
- Bundesrat. (2015). 100 Kläranlagen müssen aufrüsten – Eawag Infotag 2015. <https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-58567.html>. Visitado el 5 de octubre de 2019.
- Hoffmann, S., Hunkeler, D., Maurer, M. (2014). "Nachhaltige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in der Schweiz Herausforderungen und Handlungsoptionen". NFP 61 – Thematische Synthese 3. Nationales Forschungsprogramm, Berna, Suiza.
- Illi, M. (2002). Abwasser. <https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/007861/2002-05-31/>. Visitado el 23 de julio de 2019.
- Kanton Zug. (2019). Abwasserentsorgung im ländlichen Raum. <https://www.zg.ch/behoerden/baudirektion/amt-fuer-umwelt/wasser-gewaesser/abwasser/abwasserentsorgung-im-laendlichen-raum>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.
- Kuenzi, R. (2019). Schweizer Politik lokal: Gemeindeversammlung. https://www.swissinfo.ch/ger/longform/direkte-demokratie_gemeindeversammlung. Visitado el 15 de septiembre de 2019.
- Ladner, A., Haus, A. (2019). Gemeindeparlamente in der Schweiz. <https://www.defacto.expert/2019/05/10/gemeindeparlamente-in-der-schweiz-verbreitung-herausforderungen-und-reformansaetze/>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.
- Schweizerische Bundesrat. (1998). "Gewässerschutzverordnung". 814.201 (GSchV). Bern, Switzerland.
- Schweizerische Bundesrat. (1999). "Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft". Bern, Switzerland.
- Schweizerische Bundesversammlung. (1991). "Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz)". 814.20 (GSchG). Bern, Switzerland.
- Schweizerische Eidgenossenschaft. (2019a). Bundeskanzler Walter Thurnherr. <https://www.bk.admin.ch/bk/de/home/bk/bundeskanzler-walter-thurnherr.html>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.
- Schweizerische Eidgenossenschaft. (2019b). Bundesrat. <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/de/home/politik/uebersicht/bundesrat.html>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.

Schweizerische Eidgenossenschaft. (2019c). Bundesversammlung. <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/de/home/politik/uebersicht/bundesversammlung.html>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.

Schweizerische Eidgenossenschaft. (2019d). Direkte Demokratie. <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/de/home/politik/uebersicht/direkte-demokratie.html>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.

Schweizerische Eidgenossenschaft. (2019e). Lohn der Parlamentarierinnen und Parlamentarier. <https://www.ch.ch/de/demokratie/das-parlament/lohn-der-parlamentarierinnen-und-parlamentarier/>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.

Schweizerische Eidgenossenschaft. (2019f). Politisches System der Schweiz – Fakten und Zahlen. <https://www.eda.admin.ch/aboutswitzerland/de/home/politik/uebersicht/politisches-system-der-schweiz---fakten-und-zahlen.html>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.

VSA. (2013). "Das Vademecum des neuen VSA". Glattbrugg.

VSA. (2019a). "VSA-Strategie 2019–2022". Glattburg.

VSA. (2019b). Wegleitung GEP-Daten. <https://www.vsa.ch/fachbereiche-cc/siedlungsentwaesserung/wegleitung-gep-daten/>. Visitado el 15 de septiembre de 2019.

ANEXO B

CAPACIDADES PLANTAS DE TRATAMIENTO

Tabla B.1. Capacidad y demandas de PTAS en el mundo según continente.

Continente	Pais	Capacidad (10 ⁹ m3/año)	Año último registro	Producción (10 ⁹ m3/año)	Año último registro	Diferencia absoluta (10 ⁹ m3/año)	Diferencia relativa
Africa	Egypt	4.745	2014	7.078	2012	-2.333	-33%
	South Africa	2.414	2009	3.542	2009	-1.128	-32%
	Libya	0.074	2010	0.504	2012	-0.43	-85%
	Algeria	0.27	2010	0.82	2012	-0.55	-67%
	Tunisia	0.238	2010	0.287	2009	-0.049	-17%
	Namibia	0.007	2013	0.0195	2009	-0.0125	-64%
	Kenya	0.125	2010	0.0805	2016	0.0445	55%
America	Mexico	4.8	2013	7.22	2016	-2.42	-34%
	Argentina	0.295	2010	2.458	2010	-2.163	-88%
	Colombia	0.608	2010	2.397	2010	-1.789	-75%
	Costa Rica	0.099	2012	0.314	2012	-0.215	-68%
	Chile	0.974	2009	1.112	2011	-0.138	-12%
	United States of America	63.99	2012	60.41	2008	3.58	6%
	Canada	10.3	2009	6.613	2009	3.687	56%
Asia	Indonesia	0.301	2012	14.29	2012	-13.989	-98%
	India	4.573	2011	15.45	2011	-10.877	-70%
	Tajikistan	0.087	2006	4.7	2004	-4.613	-98%
	Thailand	1.168	2012	5.11	2012	-3.942	-77%
	Pakistan	0.1237	2002	3.06	2011	-2.9363	-96%
	Iran (Islamic Republic of)	0.885	2010	3.548	2010	-2.663	-75%
	Japan	14.71	2011	16.93	2011	-2.22	-13%
	Viet Nam	0.423	2012	1.972	2012	-1.549	-79%
	Philippines	0.136	2011	1.259	2011	-1.123	-89%
	Malaysia	3.138	2009	4.227	2009	-1.089	-26%
	Saudi Arabia	1.144	2010	1.546	2010	-0.402	-26%
	Bahrain	0.073	1997	0.151	2011	-0.078	-52%
	Oman	0.037	2010	0.09	2000	-0.053	-59%
	Jordan	0.148	2010	0.18	2002	-0.032	-18%
	Kuwait	0.301	2016	0.292	2010	0.009	3%
	Singapore	0.531	2013	0.511	2013	0.02	4%
	Kazakhstan	0.365	2010	0.33	2010	0.035	11%
	United Arab Emirates	0.673	2012	0.5	1999	0.173	35%
	Iraq	1.091	2005	0.85	2016	0.241	28%
	Turkey	5.289	2010	4.297	2014	0.992	23%
	Republic of Korea	9.208	2011	7.838	2011	1.37	17%
Europa	Lebanon	3	2011	0.31	2011	2.69	868%
	China	62.46	2014	48.51	2013	13.95	29%
	Romania	0.777	2011	0.9831	2017	-0.2061	-21%
	Ireland	0.757	2010	0.783	2010	-0.026	-3%
	Norway	0.929	2010	0.93	2010	-0.001	0%
	Luxembourg	0.049	2008	0.0208	1995	0.0282	136%
	Cyprus	0.054	2013	0.024	2005	0.03	125%
	Czechia	1.386	2012	1.299	2013	0.087	7%
	Austria	1.142	2008	1.054	2006	0.088	8%
	Estonia	0.445	2009	0.289	2013	0.156	54%
	Belarus	1.35	2005	1.151	2016	0.199	17%
	Denmark	0.795	2010	0.5	2010	0.295	59%
	Sweden	1.134	2010	0.671	2010	0.463	69%
	Portugal	1.079	2009	0.577	2009	0.502	87%
	France	4.95	2012	4	2012	0.95	24%
	Switzerland	2.37	2011	1.409	2011	0.961	68%
	Netherlands	3.421	2010	1.934	2010	1.487	77%
	United Kingdom	7.29	2011	4.089	2011	3.201	78%
	Poland	5.762	2011	2.168	2013	3.594	166%
	Ukraine	7.19	2014	2.154	2005	5.036	234%
	Russian Federation	20.92	2011	12.32	2011	8.6	70%

Fuente: AQUASTAT 2019 (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>)

Tabla B.2. Promedio capacidad/demanda según continente.

Continente	Promedio Diferencia absoluta (10 ⁹ m ³ /year)	Promedio Diferencia relativa	Desviación estandar
Asia	-1.134	6.18%	193.41%
America	0.077	-30.76%	51.31%
Africa	-0.637	-34.73%	46.36%
Europa	1.339	66.00%	64.59%
Americas sin EEUU y Canada	0.077	-92.44%	31.35%

ANEXO C

USO DE AGUAS TRATADAS EN RIEGO

Tabla C.1. Uso de aguas tratadas para riego

Continente	País	Uso de aguas tratadas para regadío (10 ⁶ m ³ /year)	Año último registro
Africa	Algeria	10	2012
	Egypt	290	2011
	Tunisia	67	2009
	Libya	40	2008
	South Africa	6	2009
	Morocco	2	2008
	Senegal	2	2010
	Namibia	1.1	1997
	Djibouti	0.1	2000
America	Mexico	401	2010
	Chile	138	2008
	Peru	114	2011
	Brazil	8	2008
Asia	China	1260	2012
	Saudi Arabia	535	2010
	Syrian Arab Republic	365	2009
	Iran (Islamic Republic of)	328	2010
	Israel	279	2004
	Kuwait	275	2016
	United Arab Emirates	140	2012
	Jordan	103	2010
	Qatar	29.1	2016
	Oman	24	2004
	Japan	11.6	2009
	Bahrain	9	2008
	Iraq	5	2012
	Lebanon	4	2011
Europa	Italy	87	2006
	Greece	69	2010
	Cyprus	11	2010
Oceania	Australia	280	2013

Fuente: AQUASTAT 2019 (<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>)

Tabla C.2. Promedios de uso en riego por continente

Continente	Cantidad de países por continente que utilizan agua tratada para riego*	Uso promedio (10 ⁶ m ³ /year)
Asia	14	240.55
America	4	165.25
Africa	9	46.47
Europa	3	55.67
Oceania	1	280.00

* De los que tiene registro la FAO

ANEXO D

FICHAS ANÁLISIS MARCO CHILENO

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 01

BHJ

Nombre:	CÓDIGO DE AGUAS
Tipo de documento:	Decreto con Fuerza de Ley
Código:	DFL1122
País:	Chile
Año:	1981/rev.2018
Autor:	MOP
Fecha Primera revisión:	17/08/2019
Fecha Última revisión:	24/08/2019
Tema:	DA (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Aprovechamiento y derechos de agua

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 1

Art. 2:

(definiciones tipos de agua)

Las aguas terrestres son superficiales o subterráneas.

Son aguas superficiales aquellas que se encuentran naturalmente a la vista del hombre y pueden ser corrientes o detenidas.

Son aguas corrientes las que escurren por cauces naturales o artificiales.

Son aguas detenidas las que están acumuladas en depósitos naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, pantanos, charcas, aguadas, ciénagas, estanques o embalses.

Son aguas subterráneas las que están ocultas en el seno de la tierra y no han sido alumbradas.

Página 2

Art. 4: (naturaleza del agua)

las aguas son muebles, pero destinadas al uso, cultivo o beneficio de un inmueble se reputan inmuebles.

Art. 5: (del agua como bien)

Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de

aprovechamiento de ellas, en conformidad a las disposiciones del presente código.

Art. 10: (de la propiedad de las aguas lluvia)

El uso de las aguas pluviales que caen o se recogen en un predio de propiedad particular corresponde al dueño de éste, mientras corran dentro de su predio o no caigan a cauces naturales de uso público.

Página 4

Art. 30 (de los derechos públicos sobre un cauce natural)

uso público es el suelo que el agua ocupa y desocupa alternativamente en sus creces y bajas periódicas.

Página 5

Art. 35 (de los derechos privados sobre un cuerpo de agua)

Álveo o lecho de los lagos, lagunas, pantanos y demás aguas detenidas, es el suelo que ellas ocupan en su mayor altura ordinaria. Este suelo es de dominio privado, salvo cuando se trate de lagos navegables por buques de más de cien toneladas.

Art. 36 (Definición canal o cauce artificial)

acueducto construido por la mano del hombre. Forman parte de él las obras de captación, conducción, distribución y descarga del agua, tales como bocatomas, canoas, sifones, tuberías, marcos partidores y compuertas. Estas obras y canales son de dominio privado.

Página 7

Art. 42 (De las consideraciones en el atraveso de una obra civil)

Cuando un ferrocarril, camino o instalación de cualquier naturaleza atraviesare ríos, lagos, lagunas, tranques, represas o acueductos, deberán ejecutarse las obras de manera que no perjudiquen o entorpezcan la navegación ni el aprovechamiento de las aguas como tampoco el ejercicio de las servidumbres constituidas sobre ellas.

Las nuevas obras serán de cargo del dueño del ferrocarril, camino o instalación, quien deberá, además, indemnizar los perjuicios que se causaren.

Art. 47 (definición sistema de drenaje)

Constituyen un sistema de drenaje todos los cauces naturales o artificiales que sean colectores de

aguas que se extraigan con el objeto de recuperar terrenos que se inundan periódicamente, desecar terrenos pantanosos o vegosos y deprimir niveles freáticos cercanos a la superficie.

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 02

BHJ

Nombre:	METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS
Tipo de documento:	Metodología
Código:	MALL2013
Pais:	Chile
Año:	2013
Autor:	MDS
Fecha Primera revisión:	22/08/2019
Fecha Ultima revisión:	24/08/2019
Tema:	AL (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Preparación y evaluación de proyectos

EXTRACTOS Y NOTAS:

----SISTEMAS DE EVACUACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS----

Página 5.

(Se refiere a definición de red primaria como controversial)

Se define la red secundaria por exclusión a la definición de la red primaria, zanjando un punto controversial desde el punto de vista técnico.

En general, la Red Primaria es considerada en los Planes Maestros como aquella constituida por los cauces naturales (ríos, esteros y quebradas) que atraviesan la ciudad, los canales existentes y proyectados, los colectores separados superiores a cierto diámetro y todos los colectores unitarios. Esta definición de diámetro es arbitraria y afectará la responsabilidad ministerial en relación a las aguas lluvias.

Página 7

(rol DGOP)

La DGOP, de acuerdo a la Ley Orgánica del MOPTT, tiene atribuciones en materia de obras fluviales. En efecto, la DGOP se encarga del estudio, proyección, construcción y conservación de las obras de defensa de terrenos y poblaciones, contra crecidas de corrientes de agua, protección de las riberas y cauce de los ríos y esteros, y de la supervigilancia, reglamentación y determinación de zonas prohibidas para la extracción de materiales áridos cuyo permiso corresponde a las municipalidades, previo informe favorable de la DGOP.

Igualmente le compete indicar los deslindes de los cauces naturales con los particulares ribereños para los efectos dictados por el Ministerio de Bienes Nacionales en el Decreto Supremo correspondiente. Estas funciones provienen de lo que dispone la Ley N° 11.402, de 1954, y fijan lo que es el ámbito de competencia de la DGOP en materias fluviales.

(rol MINVU)

Según se señaló, la Ley N° 19.525 dispuso que el MINVU se encargara de la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red secundaria del sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias, actuando a través de los SERVIU en las labores de construcción y mantención.

Adicionalmente, el artículo 2.1.5 del DS N° 47, 1992 que fija el texto de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, dispone que en los Planes Reguladores Intercomunales y Comunes se establecerán, cuando proceda y previo estudio de riesgos elaborado por profesionales especialistas, zonas no edificables o de edificación restringida tales como: Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas, a proximidad a lagos, ríos, esteros, quebradas naturales, canales, acequias, vertientes. Zonas próximas a pendientes peligrosas, tales como terrenos propensos a avalanchas, rodados, aluviones, aludes o erosiones acentuadas.

Página 8

(rol Ministerio Interior)

Las Intendencias Regionales dependen del Ministerio del Interior y sobre la base de las atribuciones que les otorga la Ley Orgánica Constitucional de Gobierno y Administración Regional, participan en la determinación de políticas de desarrollo e inversión, ordenamiento territorial, desarrollo social y fomento a las actividades productivas.

El Gobierno Regional administra los recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) asignados por el Ministerio del Interior, los que en muchos casos se destinan a inversiones relacionadas con agua potable, riego, aguas lluvias, uso del suelo y de la vegetación.

(rol Ministerio Desarrollo Social)

Sistema Nacional de Inversiones, el Ministerio de Desarrollo Social tiene las funciones relativas a la evaluación y aprobación técnico-económica de todos los proyectos de inversión que cuenten con fondos fiscales en el país.

Las Secretarías Regionales de Planificación y Coordinación (SERPLAC) corresponden a la instancia de planificación y coordinación de los gobiernos regionales que representan las Intendencias. Coordinan las actividades de las distintas Secretarías Regionales Ministeriales (SEREMI) y asesoran al Intendente Regional y al Consejo Regional

(rol MS)

Servicios de Salud tienen atribuciones para fiscalizar la descarga de aguas servidas o de residuos que puedan contaminar las aguas que se utilicen o puedan ser utilizadas para el riego, uso o consumo humano, pudiendo ordenar su inmediata suspensión exigiendo su tratamiento previo.

(rol MMA?)

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la CONAMA tiene funciones y atribuciones para la administración del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental así como la Coordinación de los Organismos del Estado involucrados en el mismo, para los efectos de obtener los permisos o pronunciamientos de carácter ambiental.

De acuerdo al Artículo 3 del Título I del Decreto Supremo 30/97 inciso a), los acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el Artículo 294 del Código de Aguas e inciso o), los proyectos de saneamiento ambiental, tales como

sistemas de alcantarillado y agua potable, plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, rellenos sanitarios, emisarios submarinos, sistemas de tratamiento y disposición de residuos industriales líquidos o sólidos, corresponden a proyectos o actividades susceptibles de causar Impacto Ambiental.

Página 9

(rol Municipalidades)

tienen funciones y atribuciones para la protección del medio ambiente, especialmente en colaborar con la fiscalización del cumplimiento de las normas legales vigentes sobre la materia y facultades sobre urbanización y aprobación de subdivisiones de predios rústicos ubicados bajo su jurisdicción. Les compete la administración de los bienes nacionales de uso público, categoría que tienen los cauces naturales.

(objetivo drenaje aguas lluvias)

Para mitigar los efectos negativos causados por las inundaciones, se pueden diseñar y construir sistemas de evacuación para reducir o eliminar el agua en el sector inundado, o bien para evitar o retrasar la llegada de ésta al sector que se inunda.

(tipo de sistema depende de consolidación o no consolidación del centro urbano)

En el caso de los centros urbanos consolidados se opta generalmente por soluciones enterradas, motivadas por condiciones de seguridad, por restricciones de espacio, por razones de costos, etc., en cambio en sectores nuevos, es posible implementar en forma más profusa técnicas alternativas o técnicas de gestión de escurrimiento urbano.

(plantea infiltración como alternativa complementaria)

En lo que respecta a las técnicas alternativas complementarias de infiltración a la napa de las aguas lluvias mediante pozos o zanjas de infiltración, se debe poner atención a las condiciones del suelo en el sector en términos de su permeabilidad y profundidad de la napa, los posibles efectos ambientales de estas medidas y los costos de operación asociados a las mismas.

Página 10

(tipos de sistema)

- A. Sistemas de Conducción
- B. Sistemas de Regulación
- C. Sistemas de Infiltración

(Tipos de sistemas de conducción)

- A.1 Redes de Colectores de Aguas Lluvias.
- A.2 Canales para drenaje urbano
- A.3 Cauces naturales

A.1 (Definición red de colectores)

La red de colectores de aguas lluvias está compuesta por sumideros, que corresponde a una captación superficial que cuenta con una rejilla para retener sólidos y una cámara de decantación de sedimentos finos; a partir de esta cámara, una tubería conduce las aguas lluvias a la red de colectores correspondientes, sean estos primarios o secundarios.

Los colectores son tuberías de diversas características en cuanto a material y diámetro. Normalmente son subterráneos y funcionan transportando los flujos interceptados en los sumideros hacia su destino final en un cauce receptor. El tamaño de los colectores queda determinado por el caudal de diseño calculado, el que, a su vez, queda definido por el período de retorno adoptado. Considerando que el periodo de retorno corresponde al periodo promedio en años en que un determinado evento es igualado o superado por lo menos una vez, un mayor periodo de retorno implica un mayor nivel de seguridad y, por ende, un mayor tamaño de la obra.

Página 11

A.2 (Definición Canales para Drenaje urbano)

Estos canales interceptan las aguas lluvias superficiales, para descargar finalmente en un cauce natural.

En general, se estudia los mejoramientos de capacidad de estos canales mediante aumentos de sección y revestimiento de las paredes.

El uso de canales abiertos en sistemas de drenaje urbano de aguas lluvias tiene ventajas significativas por su excelente relación costo – capacidad. Además, presentan oportunidades de usos múltiples como recreación, aportes estéticos y al paisaje, mantención de condiciones naturales y un cierto volumen de regulación para crecidas importantes. Entre los inconvenientes es necesario considerar las necesidades de espacio y los costos de mantención y su posible utilización como depósitos de basura y descargas ilegales de aguas servidas, así como riesgos potenciales de caídas al cauce y surgimiento de fauna nociva.

A.3 (uso de cauces naturales)

El uso de cauces naturales tales como quebradas y esteros para mitigar los efectos de las inundaciones en centros urbanos, es una práctica normal; por tal motivo se consideran las obras de mejoramiento de cauces naturales como obras complementarias a las obras de recolección de aguas lluvias, las que requieren una mantención permanente. En estos casos es posible identificar lagunas de retención, enrocados y gaviones para la protección de riberas.

B. (definición sistema de regulación)

Los métodos basados en la regulación del agua se caracterizan por retrasar en el tiempo la alimentación del agua hacia las redes receptoras, lo cual disminuye los caudales que deben finalmente evacuarse, disminuyendo las demandas al sistema de conducción. Como obras de almacenamiento se consideran estanques y lagunas. En ambos casos se trata de obras superficiales construidas aguas abajo de la zona a la cual sirven y de la cual reciben las aguas lluvias que escurren superficialmente o que son conducidas mediante colectores locales.

Los estanques están normalmente vacíos y se llenan de agua sólo durante las lluvias. Las lagunas están normalmente llenas de agua y se ocupa la parte superior para almacenar aguas lluvias.

Página 12

(principales tipos obras de regulación)

B.1 Estanques

B.2 Lagunas

B.1 (Definición y objetivos estanques)

Los estanques de retención se diseñan de manera que se vacíen totalmente después de un periodo relativamente corto, regulando el caudal efluente. Estos estanques se consideran del tipo seco, ya que, en general, no tienen una zona permanentemente llena de agua, y si la tienen, es de tamaño reducido. Se trata de una adaptación de los embalses de control de crecidas, con elementos que permiten su empleo en zonas urbanas.

Los estanques de retención presentan como característica principal la posibilidad de uso alternativo cuando no están siendo utilizados para el almacenaje. Por ejemplo, se puede utilizar el área del estanque como área de esparcimiento.

El objetivo fundamental de estos estanques es reducir los caudales máximos hacia aguas abajo.

Página 13

B.2 (Definición y objetivos laguna de retención)

Una laguna de retención mantiene un volumen permanentemente ocupado por agua, el cual es reemplazado total o parcialmente durante las tormentas. Sobre este volumen permanente se provee un volumen adicional destinado a amortiguar las crecidas provocadas por las aguas lluvias. Estas lagunas de retención son similares a los estanques de retención, ya que están diseñadas para captar y retener un volumen de agua determinado para las tormentas más frecuentes. La diferencia es que en este caso, el agua que se incorpora en cada tormenta se mezcla con el agua retenida anteriormente como volumen permanente al almacenarse sobre él. El volumen captado adicional al volumen permanente se evacua después de cada tormenta en un periodo del orden de 12 horas. Habitualmente estas lagunas de retención requieren la alimentación de un flujo continuo durante los periodos entre tormentas para mantener el volumen de agua permanente.

Las lagunas de retención pueden emplearse para controlar la escorrentía urbana procedente de calles, estacionamientos, barrios residenciales, áreas comerciales y sitios industriales.

C. (definición sistemas de infiltración)

Se basan en la infiltración del agua para así disminuir los caudales y los volúmenes que deben evacuarse.

C.1 Estanques de infiltración

C.2 Zanjas de infiltración

C.3 Pozos de infiltración

Página 14

C.1 (definición y objetivos estanques de infiltración)

Normalmente corresponden a pequeños estanques de poca profundidad, ubicados en suelos permeables, que aprovechan la existencia de depresiones naturales en áreas abiertas o recreacionales, o bien, excavados en el terreno, preferentemente en jardines y áreas verdes.

Los estanques de infiltración almacenan temporalmente el agua de la tormenta hasta que ésta infiltra a través del fondo y los lados. Habitualmente el terreno ocupado por el estanque es empleado entre los eventos lluviosos en otros fines, o bien queda como un espacio abierto.

Deben ser construidos en terrenos que tengan un nivel de agua subterránea profundo, para asegurar que el agua filtre a través del suelo antes de alcanzar la napa, y una permeabilidad que

permita el vaciado total del estanque entre lluvias en tiempos relativamente breves, para no dañar la vegetación.

C.2 (definición y objetivos zanjas de infiltración)

obras longitudinales, con una profundidad recomendada del orden de 1 a 3 metros, que reciben el agua en toda su longitud, interceptando el flujo superficial de una tormenta y evacuándolo mediante infiltración al subsuelo. Si la zanja no puede recibir el agua en toda su longitud, es posible alimentarla desde uno de los extremos empleando para ello una tubería perforada a lo largo de su parte superior, para lo cual es conveniente disponer de cámaras a la entrada y a la salida. (...) El funcionamiento hidráulico de estas obras puede resumirse en tres etapas. La primera es el ingreso del agua proveniente de la tormenta a la zanja, la que se puede efectuar a través de la superficie o desde redes de conductos. La segunda, es el almacenamiento temporal en su interior, y la tercera, es su evacuación a través del suelo mediante infiltración. Es recomendable usar las zanjas de infiltración en áreas residenciales, donde el agua lluvia tiene una baja concentración de sedimentos y aceite.

Página 15

C.3 (definición y objetivos pozos de infiltración)

Los pozos de infiltración consisten en excavaciones normalmente cilíndricas de profundidad variable, que pueden estar rellenas o no de material y que permiten infiltrar el agua de lluvia directamente al suelo en espacios reducidos. Esta técnica tiene la ventaja de poder ser aplicada en zonas en las cuales el estrato superior de suelo es poco permeable, como es el caso de zonas ampliamente urbanizadas o de superficies del terreno impermeabilizadas, pero que tienen capacidades importantes de infiltración en las capas profundas del suelo.

El funcionamiento hidráulico de estas obras puede resumirse en tres etapas: la primera es el ingreso del agua proveniente de la tormenta al pozo de infiltración, la que se puede efectuar a través de la superficie o desde redes de conductos. La segunda es el almacenamiento temporal del agua y, la tercera, es su evacuación mediante infiltración.

Páginas 16-17-18

(tipos de proyectos- esquema)

Requisito Proyecto de construcción: que no exista sistema de evacuación y drenaje

Requisito Proyecto de reposición: que haya terminado la vida útil del sistema existente

Requisito Proyecto de ampliación: que aumente la superficie protegida del sistema existente aun en vida útil

Requisito Proyecto de mejoramiento: Que aumente el nivel de protección de un sistema existente, aun en vida útil y sin modificaciones de cobertura

Requisito Proyecto de reparación: deterioro ocasional del sistema

Requisito Proyecto de conservación: Mantener el estandar de funcionamiento

De no cumplir ninguno de los requisitos anteriores, se deben revisar los objetivos del proyecto.

(Página 19)

----CICLO DE VIDA----

(CDV1 - preinversión)

En este estado se prepara y evalúa el proyecto de manera de obtener de él, el máximo excedente económico a lo largo de su vida útil.

Generación y análisis: (diagnóstico e ideas) Esta etapa comienza con la elaboración de un diagnóstico, de modo que la generación de una idea de proyecto de inversión surja como consecuencia clara de necesidades insatisfechas, de políticas generales, de la existencia de otros proyectos en estudio o en ejecución que requieran complementación mediante acciones en campos distintos. En el caso de los proyectos de evacuación y drenaje de aguas lluvias, estas ideas de proyecto surgirán de los Planes Maestros de Aguas Lluvias donde éstos existan y de otros estudios básicos donde no existan.

Perfil: En esta etapa corresponde estudiar todos los antecedentes que permitan al inversor formarse un juicio respecto de la conveniencia y factibilidad técnico-económica de llevar a cabo la idea de proyecto.

Página 20

Prefactibilidad: En esta etapa se examinan con más detalle, desde el punto de vista técnico, económico y social, las alternativas viables que fueron determinadas, en general, en la etapa anterior; además, se efectúan las optimizaciones por tamaño, aspectos técnicos, localización y otras, eligiéndose de todas las alternativas de proyecto, la opción óptima. El énfasis en esta etapa es medir los beneficios y costos identificados en la etapa de perfil, lo cual implica el uso de un nivel de recursos humanos y materiales significativamente superior al utilizado en el estudio de perfil.

Factibilidad: El estudio de factibilidad debe enfocarse hacia el examen detallado y preciso de la alternativa óptima definida en la etapa anterior; colocando el énfasis en el mejoramiento de la valoración de beneficios y costos, lo que conlleva un incremento significativo de los recursos humanos y materiales utilizados en la etapa de prefactibilidad.

Diseño: En la etapa de diseño se requiere elaborar la configuración de las características de arquitectura e ingeniería y ajustar detalles finales previos a la ejecución, tales como la disponibilidad y características del terreno.

(define PM como estudio básico)

Este instrumento representa –desde el punto de vista del Sistema Nacional de Inversiones- un estudio básico, ya que permite por una parte, la realización de un diagnóstico sobre la evacuación y drenaje de las aguas lluvias en un determinado territorio y por otra, la

identificación de un conjunto de proyectos independientes para resolver los problemas detectados, los que son analizados a un nivel de perfil.

(recomienda tener en cuenta consideraciones ambientales durante el ciclo de vida, debería ser mas preciso)

(...) es conveniente que las consideraciones ambientales se incorporen gradualmente durante el ciclo de vida del proyecto y particularmente en la etapa de preinversión. Para estos efectos, el Ministerio de Desarrollo Social establece en el Instructivo “Normas e Instrucciones Proceso de Inversión Pública” de cada proceso presupuestario, los requisitos que deben cumplir los proyectos públicos que ingresan al SEIA.

Página 21

(CDV2 - inversión)

En este estado se realizan todas las acciones tendientes a ejecutar físicamente el proyecto tal como fue especificado en la preinversión, a fin de concretar los beneficios y costos estimados en la misma.

En esta etapa se construye el bien capital definido en el estudio del proyecto.

(CDV3 - operación)

Consiste en poner en funcionamiento los proyectos y concretar los beneficios netos estimados en el estado de preinversión.

Página 23-26

----TEORIA ASOCIADA A EVALUACION DE PROYECTOS AGUAS LLUVIA----

(Definición de beneficios)

(...) están constituidos principalmente por la disminución de daños materiales durante las inundaciones, por la reducción de las molestias a las personas y enfermedades y por la recuperación de terrenos baldíos anegadizos.

1. Menor danio en propeidades
2. Recuperación terrenos baldíos anegadizos
3. Menor deteriorio infraestructura vial
4. Disminución Costos Generalizados de Viaje
5. Menor ausentismo laboral
6. Menores gastos de emergencia y limpieza de vías y sumideros
7. Menores enfermedades (respiratorias en viviendas afectadas)
8. Menores molestias

(definición costos)

1. Movimientos de tierra
2. Obras de hormigón
3. Suministro y colocación de tuberías
4. Rotura y reposición de pavimentos

Página 27

(Metodología de evaluación)

- A. Valoración contingente
- B. Precios Hedónicos
- C. Daño Evitado Esperado

(A. Valoración Contingente, muestra problemas de sesgo)

El método de valoración contingente obtiene la información en forma directa de los individuos a través de un cuestionario en las que se plantea un escenario hipotético y sobre el cual el individuo "declara" su máxima disposición a pagar (máxima DAP) por un cambio en la cantidad o calidad de un bien determinado.

Página 28

(B. Precios Hedónicos)

El fundamento de este método radica en que el precio de un bien depende de las características o atributos que éste contiene; por lo tanto, aislando cada atributo específico es posible establecer su "precio" implícito. Mediante técnicas econométricas se determina una "ecuación hedónica", a través de la cual se puede estimar el cambio en el precio del bien ante un cambio de uno de sus atributos. (...) preferencias "reveladas" en lugar de preferencias "declaradas" como es el caso de valoración contingente.

Página 29

(C. Daño evitado esperado)

beneficios asociados a un nivel de protección contra inundaciones, este método estima en terreno cada uno de los daños evitados respecto de la situación sin proyecto, tanto a los propietarios y usuarios de las viviendas como al resto de los afectados por las inundaciones. La medida de los beneficios de proyectos de control de inundaciones, calculada por la metodología de daño evitado, viene dada por el valor esperado de los ahorros de costos que se obtienen con el proyecto³. Es decir, se debe contar con una curva costos – probabilidad, que permita determinar dicho valor esperado. En virtud de lo anterior es que la construcción de esta curva se logra a través la secuencia ilustrada en los cuatro gráficos, que siguen: (i) las precipitaciones y sus probabilidades de ocurrencia, (ii) niveles de precipitación y severidades de inundación, (iii) severidades de inundación y costos de los daños producidos, y (iv) los costos y sus probabilidades de ocurrencia.

Página 30

(Definición severidad)

es un fenómeno multivariado, pero que usualmente se relaciona con la altura del agua sobre la calle, la duración de la inundación, la velocidad de las aguas, si arrastran sedimentos, y los contaminantes que puedan acarrear.

Las inundaciones, de acuerdo con su severidad, pueden causar daños tanto en la naturaleza, como en la propiedad pública y/o privada, los que evidentemente tienen asociado un costo económico.

Página 31

(Definición matemática beneficio por Daño Evitado Esperado)

Siguiendo la teoría de decisiones bajo incertidumbre, y suponiendo neutralidad al riesgo, se puede establecer que el beneficio total asociado a evitar el fenómeno de la inundación estará dado por la esperanza matemática de los menores daños que se obtienen con el proyecto. Luego, los beneficios para un año t estarán dados por la siguiente ecuación. (...) se consideran las tormentas de todas las intensidades entre 0 e infinito, aún cuando en la práctica se adopte como límite de cálculo, una intensidad de muy baja recurrencia (100 años o más).

Página 32

(Horizonte de evaluación)

El horizonte de evaluación corresponde al período para el cual se hará la evaluación del proyecto. En general, el horizonte de evaluación utilizado es menor o igual a la vida útil económica de las obras. Se sugiere utilizar un horizonte de evaluación no superior a 30 años para este tipo de proyectos.

Página 33-36

(indicadores económicos)

1. VANS
2. TIRS
3. IVANS

(indicadores costo eficiencia)

1. VACS
2. CAE
3. Indicador costo-efectividad

(momento inversión óptimo)

Se debe realizar el análisis de año en año, hasta encontrar el momento en que se cumple la igualdad anterior (anualidad de la inversión=beneficio neto actual) o la primera vez que el Beneficio neto anual excede a la anualidad de la Inversión.

Páginas 37-38

(Tamaño óptimo del proyecto)

un área que se va a proteger, en función de los períodos de retorno surgen opciones de tamaño. En efecto, cada tamaño de proyecto representa un nivel de protección diferente frente a las inundaciones. Mientras mayor sea el nivel de protección, mayores serán los beneficios del proyecto, pero también mayores sus costos. (...) El tamaño del proyecto se puede expresar a través de la variable período de retorno T

El análisis de tamaño óptimo señalado, es aplicable en aquellos proyectos que no pertenecen a un Plan Maestro.

----PREPARACION DE PROYECTOS----

Página 39-44

Pasos:

1. Recopilación de antecedentes
2. Diagnóstico

2.1. Definición área de influencia

deben identificar las “áreas de inundación” en el sector de interés y su caracterización debe ser tal que permita conocer la altura del agua y la duración de la inundación, como también la extensión y superficie de ella, para distintos períodos de retorno; estos últimos serán definidos en el Instructivo “Normas e Instrucciones Proceso Inversión Pública” que anualmente publica MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL. Las áreas de inundación para cada tipo de evento pueden ser simuladas mediante modelos computacionales desarrollados para estos fines, sobre la base de una situación base optimizada. Para efectos de esta metodología, se considerará como área de influencia al área de inundación generada por una lluvia de período de retorno de cien años (tormenta centenaria).

2.2. Estudio de la Oferta

El estudio de la oferta actual consiste en realizar un análisis del sistema de evacuación y drenaje de aguas lluvias existente, desde un punto de vista físico y operativo. Para calcular la capacidad hidráulica de los colectores se utiliza, generalmente, la fórmula de Manning.

2.3. Estudio de la demanda

Se debe realizar un estudio hidrológico que considere la pluviometría y fluviometría del área de estudio. Para ello se deben seleccionar las estaciones pluviométricas y fluviométricas existentes en o cerca del área de estudio y su cuenca aportante, a fin de analizar, corregir, ajustar y extender la estadística correspondiente a un período común que sea lo más reciente posible.

Se deberá calcular las curvas intensidad - duración - frecuencia (curvas IDF) para conocer la tormenta de diseño para los períodos de retorno de 2, 5, 10, 25 y 100 años.

2.4. Estimación del Deficit

A partir de la información de oferta y demanda se establecerán los problemas y déficit que enfrenta el actual sistema de evacuación de aguas lluvias. En particular, se determinarán los puntos de inundación que presente el sistema, debiéndose identificar, para cada uno de los puntos detectados, la altura y duración de la inundación en cada una de las tormentas simuladas.

Página 45

3. Identificación del Problema Central

4. Optimización Situación actual

pequeñas inversiones o trabajos que eventualmente podrían mejorar la situación actual. En general, trabajos de limpieza de sumideros y cauces naturales pueden constituir una optimización de la situación actual. El objetivo de optimizar la situación actual es el de evitar asignar al proyecto, beneficios que no le son propios, ya que pueden ser obtenidos por medios alternativos a un menor costo. La situación actual optimizada se denomina situación sin proyecto.

5. Planteamiento Alternativas

En función de los daños que se pretende evitar, se debe plantear la mayor cantidad de alternativas técnicas que den solución al problema. En estas ideas de proyectos, se deben plantear no sólo soluciones de tipo estructural sino que también medidas normativas y de gestión, como por ejemplo, la relocalización de viviendas. En esta etapa es relevante identificar “proyectos independientes”

Página 46-55

----EVALUACION DE PROYECTOS----

A. Menor daño en propiedades residenciales

Variación del precio de la vivienda en función del cambio del índice de severidad.
Índice de Severidad en función de la Altura de Inundación y probabilidad de Excedencia.
(porque a menor pbb de excedencia, la severidad es menor??)

B. Recuperación terrenos baldíos anegadizos

Misma metodología, pero con precio de terreno.

C. Beneficio menor daño en propiedades comerciales e industriales

Variación del valor de la propiedad respecto a la altura del agua sobre el nivel de la calzada menos 20cm.

D. Beneficio por menor daño en propiedades de organismos públicos

Misma metodología de valorización de los beneficios del proyecto en propiedades comerciales.

E. Beneficio por menor deterioro infraestructura vial

Diferencia costo anual esperado de reposición de infraestructura vial con y sin proyecto.

F. Beneficio por disminución de los costos generalizados de viaje (CGV)

CGV sin proyecto - CGV con proyecto (CGV= costo anual combustible+costo anual tiempo de viaje)

Rendimiento vehículos (km/l) en función altura del agua.
Reducción velocidad en función altura del agua

G. Beneficio por menor ausentismo laboral

Usar precios hedónicos

H. Beneficio menores gastos de emergencia y limpieza de vías y sumideros

Interesa estimar sólo los gastos marginales que se ahorran debido al proyecto, ya que existe una estructura fija de emergencia en Municipalidades, ONEMI y demás organismos relacionados con las emergencias, que no se afecta por la intensidad de las inundaciones. Sobre la base de las calles que se inundan de acuerdo con las simulaciones computacionales de las tormentas, para las situaciones sin y con proyecto, se debe estimar el número de cuadrillas adicionales a las normales que intervendrán en las faenas de limpieza de calles después de cada tormenta en estudio; el costo por cuadrilla se obtiene de la Municipalidad, ONEMI, SERVIU u otro organismo relacionado con el tema.

I. Beneficios por menores enfermedades

Recomienda dejarlo como intangible.

J. Beneficio por menores molestias a las personas

Usar precios Hedónicos

Página 56

Costos

Inversión

Operación

Considerar costos de oportunidad

Corregir precios de mercado. Depurar de impuestos y/o subsidios

Incorporar costos o externalidades negativas

Sistema de transporte

Página 61-63

---CRITERIOS DE PRIORIZACION---

(definición priorización)

(...) desafío de seleccionar aquellos proyectos que maximicen el bienestar social con los recursos disponibles.

Utilizar IVANS o Índice General de Priorización

IGP1-> relaciona IVAN con porcentaje de población pobre cubierta

IGP2-> relaciona IVAN con porcentaje de población pobre respecto a la inversión y el volumen de lluvia que causa daño respecto la inversión

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 03

BHJ

Nombre:	REGULA SISTEMAS DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS
Tipo de documento:	Ley
Código:	LEY19525
Pais:	Chile
Año:	1997
Autor:	MDS
Fecha Primera revisión:	17/08/2019
Fecha Ultima revisión:	24/08/2019
Tema:	AL (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Regulación sistemas de evacuación y drenaje aguas lluvia.

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 1

Art.1: (responsabilidad Estado) El Estado velará por que en las ciudades y en los centros poblados existan sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias que permitan su fácil escurrimiento y disposición e impidan el daño que ellas puedan causar a las personas, a las viviendas y, en general, a la infraestructura urbana.

La planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias corresponderá al Ministerio de Obras Públicas. La red secundaria estará a cargo del Ministerio de Vivienda y Urbanismo a quien le corresponderá, directamente, su planificación y estudio y, a través de los Servicios de Vivienda y Urbanización, la proyección, construcción, reparación y mantención de la misma.

Art. 2: (planes maestros) (...) en los cuales se definirá lo que constituye la red primaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias. Dichos planes serán aprobados por decreto supremo firmado por los Ministros de Obras Públicas y de la Vivienda y Urbanismo.

(def. red secundaria) El resto de las redes, no contempladas dentro de la definición de red primaria, constituirán, por exclusión, la red secundaria de sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias.

(def. sistema separado) Las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias que se construyan serán independientes de las redes de alcantarillado de aguas servidas y no podrán tener interconexión entre ellas. Sin embargo, podrán ser unitarias o tener interconexión entre ellas, cuando la autoridad competente así lo disponga, fundada en un estudio de ingeniería que lo justifique desde un punto de vista técnico.

Art. 3: (enfoque de cuenca y MA) Los planes maestros y la coordinación de las actividades que señalan los artículos anteriores deben considerar la situación de las cuencas hidrográficas.

Las acciones para evitar la erosión y deforestación serán elementos constituyentes del plan.

Articulos transitorios

Art. 1: (alcance PMs y plazo aprobación) Los planes maestros que definirán las redes primarias de evacuación y drenaje de aguas lluvias en las ciudades y centros poblados de más de 50.000 habitantes, deberán ser aprobados dentro del plazo máximo de 5 años.

Art. 2: (solo exigible construcción si hay PM) No será exigible a los urbanizadores la construcción de colectores de aguas lluvias, mientras no se haya aprobado el plan maestro correspondiente al área en que se encuentre ubicado el terreno que será urbanizado, debiendo emplearse otro sistema de evacuación de aguas lluvias.

Art. 3: (conexión sumideros existentes a red) A partir del momento en que estén construidas las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias y dentro del plazo de cinco años contado desde esa fecha los sumideros de aguas lluvias conectados actualmente a redes de alcantarillado de aguas servidas, deberán ser conectados a las redes de evacuación y drenaje de aguas lluvias."

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 04

BHJ

Nombre:	LEY GENERAL DE SERVICIOS SANITARIOS
Tipo de documento:	Decreto con Fuerza de Ley
Código:	DFL382
País:	Chile
Año:	1989/2014
Autor:	MOP
Fecha Primera revisión:	17/08/2019
Fecha Ultima revisión:	23/08/2019
Tema:	SS (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Explotación, concesión y fiscalización Servicios Sanitarios

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 1:

Art.1: (alcance) Las disposiciones relativas al régimen de explotación de servicios públicos destinados a producir y distribuir agua potable y a recolectar y disponer aguas servidas, servicios denominados en adelante, servicios sanitarios.

Art. 2: (definición disposición):Se entiende por recolección de aguas servidas, la conducción de éstas desde el inmueble del usuario, hasta la entrega para su disposición.

Se entiende por disposición de aguas servidas, la evacuación de éstas en cuerpos receptores, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, o en sistemas de tratamiento.

Página 2:

Art. 5: (definición servicio público de recolección)

Es servicio público de recolección de aguas servidas, aquel cuyo objeto es prestar dicho servicio, a través de las redes públicas exigidas por la urbanización L conforme a la ley, a usuarios finales obligados a pagar un precio por dicha prestación.

(definición servicio público disposición)

Es Servicio público de disposición de aguas servidas, aquel cuyo objeto es disponer las aguas servidas de un servicio público de recolección.

Página 3:

Art. 7: (exclusividad uso de instalaciones de concesionarias)

Las concesionarias de distribución de agua potable y de recolección de aguas servidas sólo podrán destinar sus instalaciones al servicio público respectivo.

Art. 8:

(Definición concesionarias) Las concesiones para establecer, construir y explotar servicios públicos, destinados a producir agua potable, distribuir agua potable, recolectar aguas servidas y disponer aguas servidas, serán otorgadas a sociedades anónimas, que se regirán por las normas de las sociedades anónimas abiertas.

En todo caso, dichas sociedades anónimas deberán constituirse conforme a las leyes del país y tendrán como único objeto el establecimiento, construcción y explotación de los servicios públicos indicados en el artículo 5° de esta ley, y demás prestaciones relacionadas con dichas actividades.

Art. 9:

(Derecho concesiones uso bienes nacionales)

Las concesiones otorgan el derecho a usar bienes nacionales de uso público para construir o instalar infraestructura sanitaria, siempre que no altere, en forma permanente, la naturaleza y finalidad de éstos. Asimismo, otorgan el derecho a imponer servidumbres, que se constituirán en conformidad con lo establecido en el Código de Aguas.

Página 5:

Art. 12A: (solicitud ampliación area concesionaria)

Presentada la solicitud de concesión y con el único fin de resguardar la coherencia entre los límites del área de concesión y las áreas de expansión urbana definidas en el correspondiente instrumento de planificación territorial, la entidad normativa pondrá dicha solicitud en conocimiento del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y de las respectivas municipalidades quienes deberán, en el plazo de sesenta días, emitir un informe con las observaciones que sean procedentes. En caso que no lo hicieren se entenderá que no tienen observaciones. Lo anterior, sin perjuicio de las responsabilidades que se puedan derivar. Lo dispuesto en este artículo no podrá significar, en modo

alguno, un retraso en la tramitación de la solicitud de concesión.

Página 13

Art. 33A. (aportes de terceros no reembolsables)

En ese caso, la Superintendencia podrá establecer en las respectivas bases que determinadas obras referidas al área que se licita serán consideradas como aportes de terceros o no reembolsables. Dichos aportes se incluirán en el decreto de otorgamiento de la respectiva concesión.

Página 14

Art. 34: (prestador controla calidad)

El prestador estará obligado a controlar permanentemente y a su cargo, la calidad del servicio suministrado, de acuerdo a las normas respectivas, sin perjuicio de las atribuciones de la entidad normativa y del Ministerio de Salud.

Art. 35: (prestador garantiza continuidad y calidad)

El prestador deberá garantizar la continuidad y la calidad de los servicios, las que sólo podrán ser afectadas por causa de fuerza mayor.

Página 15

Art. 36 bis: (Modificación calidad de los prestadores [no incluye MMA])

Se podrán modificar los niveles de calidad de los prestadores, a proposición de la Superintendencia, mediante decreto supremo que deberá llevar la firma de los Ministros de Economía, Fomento y Reconstrucción y de Obras Públicas.

Página 16

Art. 39: (plazo union alcantarillado>arranque?)

Todo propietario de inmueble urbano edificado, con frente a una red pública de agua potable o de alcantarillado, deberá instalar a su costa el arranque de agua potable y la unión domiciliaria de alcantarillado, dentro del plazo de seis y doce meses, respectivamente, contado desde la puesta en explotación de dichas redes, o desde la notificación respectiva al propietario, por parte de la concesionaria.

Art. 40: (mantenimiento unión domiciliaria)

El mantenimiento de las instalaciones interiores domiciliarias de agua potable y de alcantarillado es de exclusiva responsabilidad y cargo del propietario del inmueble.

El mantenimiento del arranque de agua potable y de la unión domiciliaria de alcantarillado, será ejecutado por el prestador.

Art. 42: (urbanizador construye arranque)

El urbanizador será obligado a ejecutar a su costa el arranque de agua potable y la unión domiciliaria de alcantarillado. Estas obras y las señaladas en el artículo 39° constituyen aportes no reembolsables y no se consideran parte del activo del prestador.

Art. 43: (urbanizador ejecuta instalaciones sanitarias)

El urbanizador ejecutará a su costa las instalaciones sanitarias con sus obras de alimentación y desagüe, necesarias para urbanizar el terreno. Se entiende por instalaciones sanitarias, las redes y las demás obras de distribución y recolección, que cumplan la condición de ser identificables exclusivamente con el terreno a urbanizar o que no tengan capacidad para servir a otro y no se consideran parte del activo del prestador. La operación y mantenimiento de estas obras, excluidas las redes públicas, es de responsabilidad exclusiva del interesado. Se entiende por obras de alimentación y desagüe, las redes que no cumplen la condición señalada precedentemente, y que se extienden desde las instalaciones del prestador hasta el punto de conexión con las instalaciones sanitarias del terreno a urbanizar.

Art. 45: (Usuarios no pueden infringir normas de calidad)

Los usuarios del servicio de alcantarillado de aguas servidas no podrán descargar a las redes del prestador sustancias que puedan dañar los sistemas de recolección o interferir en el proceso de tratamiento de las aguas servidas, ni aquellas que contravengan las normas vigentes sobre la calidad de los efluentes.

La fiscalización del cumplimiento de lo dispuesto en este artículo será efectuada por el prestador del servicio de recolección de aguas servidas y su contravención lo faculta para suspender la prestación

del servicio, sin perjuicio de los cobros por la reparación de los daños y desperfectos causados en las instalaciones. Simultáneamente, comunicará esta medida a la entidad normativa y al Ministerio de Salud.

(Prestador responde económicamente a las PT)

Asimismo, el prestador del servicio de recolección de aguas servidas responderá pecuniariamente por los daños causados al prestador del servicio de disposición de aguas servidas

(red debe soportar descargas determinadas por SISS)

Los sistemas de recolección y tratamiento de aguas servidas no podrán ser afectados por descargas no consideradas dentro de las condiciones de prestación autorizadas por la Superintendencia.

Página 17

Art. 47: (Interconexión prestadores)

Los prestadores estarán obligados a interconectar sus instalaciones cuando la entidad normativa lo estime imprescindible con el objeto de garantizar la continuidad y calidad del servicio de conformidad con la normativa vigente. En las mismas condiciones señaladas precedentemente si un prestador solicita dicha interconexión, la Superintendencia deberá pronunciarse sobre dicha solicitud dentro de los noventa días siguientes a su recepción.

Página 18

Art. 47A: (obligación de recolección a grandes consumidores)

Las empresas concesionarias de servicios de distribución de agua potable y recolección de aguas servidas estarán obligadas a permitir el uso de sus redes por parte de las concesionarias de producción de agua potable o de disposición de aguas servidas que contraten directamente la provisión del servicio respectivo con usuarios finales grandes consumidores que lo soliciten. (definición gran consumidor) (...) registre un consumo mensual promedio en el servicio correspondiente que se ubique dentro del 15% de los mayores consumos facturados por el respectivo prestador.

Página 20

Art. 48: (factibilidad de servicio)

Dentro de su territorio operacional LEY 19549

la concesionaria de servicios sanitarios estará obligada Art. 1º Nº 28

a certificar la factibilidad de servicio.

Art. 52: (arranques públicos)

Los prestadores, a solicitud de las

Municipalidades y con cargo a éstas, deberán instalar y abastecer arranques públicos de carácter provisional, pilones, en campamentos de emergencia, debidamente calificados como tales por éstas.

Art. 52bis: (explotación SS en sectores rurales)

Los prestadores podrán

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile - www.leychile.cl - documento generado el
establecer, construir, mantener y explotar sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas en el ámbito rural, bajo la condición de no afectar o comprometer la calidad y continuidad del servicio público sanitario.

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 05

BHJ

Nombre:	INGENIERÍA SANITARIA - ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES - DISEÑO Y CÁLCULO DE REDES
Tipo de documento:	Norma técnica
Código:	NCh1105
País:	Chile
Año:	2009
Autor:	INN
Fecha Primera revisión:	20/08/2019
Fecha Ultima revisión:	20/08/2019
Tema:	AS (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Regula diseño y calculo de alcantarillados de aguas residuales.

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 1:

1.2 Esta norma no es aplicable a redes de alcantarillado de aguas lluvias ni a sistemas unitarios.

Página 4:

4.1 Objetivo alcantarillado: saneamiento ambiental

5.1 Considerar variaciones demograficas en dimensionamiento.

Página 5:

6.3.1 100% CObertura

6.3.3 Variaciones demograficas en el diseno

6.3.5 Infiltracion -> estimar infiltracion difusa. [y las puntuales?]

Página 6:

6.4.1 Coeficiente de recuperación ->Estimar cuanta agua potable se transforma en servida

6.4.2 Factor de capacidad -> distribucion poblacion futura y posibles cambios uso de suelo

Página 7:

6.5.2 Aguas industriales en alcantarillado

6.6 Q Diseño= $Maxh + RILES + Inf$

Página 8:

6.6.1.3 Estimación caudal de infiltración -> no usan metodo caudal en periodo seco.

6.6.2. Caudal minimo: autolavado.

6.6.2.2 Para canerias se usa caudal medio diario (+Inf)

6.6.2.3 Para colectores se usa 60% caudal medio diario (+Inf)

Página 10

7.1.1 Ubicación cámaras de inspección

Página 13

12.1 Materiales

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 06

BHJ

Nombre:	REGLAMENTO DE LAS CONCESIONES SANITARIAS DE PRODUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE Y DE RECOLECCION Y DISPOSICION DE AGUAS SERVIDAS Y DE LAS NORMAS SOBRE CALIDAD DE ATENCION A LOS USUARIOS DE ESTOS SERVICIOS
Tipo de documento:	Decreto Supremo
Código:	DS1199
País:	Chile
Año:	2005
Autor:	MOP
Fecha Primera revisión:	17/08/2019
Fecha Ultima revisión:	23/08/2019
Tema:	AS (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Explotación, concesión y fiscalización Servicios Sanitarios.

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 2:

Art. 5: (concesionaria no SA) [prestadores] que tengan menos de 500 arranques de agua potable, pudiendo en tal caso, incluso ser concesionario una persona natural; a las Comunidades a que se refiere la ley Nº 19.537 de 1997, sobre Copropiedad Inmobiliaria; Municipalidades y Cooperativas que estaban prestando algún servicio sanitario al 21 de junio de 1989, cualquiera que sea su número de arranques de agua potable. (...) dicha excepción regirá para aquellas Municipalidades, Cooperativas o prestadores con menos de 500 arranques que a partir de la fecha indicada en el inciso anterior hayan tenido o tomen a su cargo cualquiera de esos servicios públicos y a la Sociedad Agrícola y Servicios Isla de Pascua Limitada.

Página 3

Art. 6: (plazo de concesión) El plazo por el que se otorga la concesión es indefinido, sin perjuicio de su caducidad, de conformidad a lo establecido en la ley.

Página 12

Art. 12: (Concesión AP = Concesión AS)

La zona de recolección de aguas servidas será coincidente con la de distribución de agua potable, sin perjuicio de las interconexiones con otras concesionarias que la entidad normativa estime imprescindible, con el objeto de preservar las condiciones técnicas de los servicios y garantizar la operación económicamente más eficiente para el conjunto de las instalaciones.

Página 18

Art. 98: (Norma aplicable)

En tanto, la referida a los sistemas de recolección de aguas servidas deberán cumplir con la norma chilena NCh 1105 "Alcantarillado de Aguas Residuales - Cálculo y Diseño de redes".

Art. 99: (mantenimiento y continuidad)

El prestador deberá tener en aplicación un programa permanente de mantención preventiva de sus redes

de alcantarillado. Igualmente, el prestador tendrá la obligación de mantener disponible y sin interrupción

la red pública para la evacuación de las aguas servidas provenientes de los inmuebles, de modo que tal red

no produzca inundaciones, filtraciones, daños u otros efectos, salvo causa de fuerza mayor, desperfectos

causados por el mal uso o ejecución defectuosa de la instalación domiciliaria no imputable a la empresa.

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 07

BHJ

Nombre:	REQUISITOS DE INFORMACIÓN PARA POSTULACIÓN A INICIATIVAS DE INVERSIÓN - PROYECTOS DE AGUAS SERVIDAS SECTOR URBANO
Tipo de documento:	Otros
Código:	RIS2017
Pais:	Chile
Año:	2017
Autor:	MDS
Fecha Primera revisión:	21/08/2019
Fecha Ultima revisión:	24/08/2019
Tema:	AS (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Postulación iniciativas de inversión.

EXTRACTOS Y NOTAS:

(Inversiones públicas) (...) dentro del territorio operacional de las empresas también se hacen inversiones financiadas con fondos públicos, en cuyo caso corresponde ingresar la solicitud de financiamiento al Sistema Nacional de Inversiones; y entre otros aspectos, solicitar además un pronunciamiento a la SISS sobre la posible obligatoriedad que tiene la empresa sanitaria de hacerse cargo del financiamiento de parte o la totalidad las obras postuladas. De cualquier modo, en general, las inversiones financiadas con fondos públicos dentro del territorio operacional de una empresa sanitaria corresponden a obras que son de cargo del urbanizador; o son proyectos de interés público no contemplados en el programa de inversiones vigente de la empresa.

(Aportes Financieros Reembolsables (AFR)) permite a la empresa solventar con recursos públicos la ejecución de la infraestructura sanitaria necesaria para atender la nueva demanda de servicio.

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 08

BHJ

Nombre:	REGULA LOS SERVICIOS SANITARIOS RURALES
Tipo de documento:	Ley
Código:	LEY20998
País:	Chile
Año:	2017
Autor:	MOP
Fecha Primera revisión:	20/08/2019
Fecha Ultima revisión:	24/08/2019
Tema:	SS (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Servicios Sanitarios rurales

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 3

Art. 5: (definición SS rural primario)

Servicio sanitario rural primario.

Corresponde a la prestación de servicios de agua potable y saneamiento, en su caso, a las comunidades rurales para uso doméstico, y requiere el abastecimiento de agua de calidad, en cantidad y con continuidad, y en forma universal para todos aquellos usuarios que se ubiquen dentro del área de servicio.

Art. 6: (definición SS rural secundario)

Servicio sanitario rural secundario.

Corresponde a la prestación de servicios de agua potable y saneamiento que exceden del uso doméstico, y cuya prestación sólo procede cuando el operador garantiza la cobertura del servicio sanitario rural primario.

Art. 7: (soluciones centralizadas)

La etapa de recolección de aguas servidas consiste en la conducción de dichas aguas desde el inmueble hasta la entrega para su tratamiento y disposición final.

(soluciones descentralizadas)

Alternativamente, esta etapa podrá consistir en soluciones descentralizadas de saneamiento para su posterior disposición.

(definición tratamiento y disposición)

La etapa de tratamiento y disposición de aguas

servidas consiste en la remoción de los contaminantes presentes para la posterior evacuación de éstas en cuerpos receptores, y en el manejo de los lodos generados, en las condiciones que establece la normativa legal y reglamentaria vigente, o en sistemas de tratamiento.

(recolección junto con distribución)

Solicitada la etapa de distribución, el Ministerio otorgará conjuntamente la de recolección.

(tratamiento se puede subcontratar)

La producción de agua potable, el tratamiento y disposición de aguas servidas y el manejo de los lodos podrán ser contratados con terceros por el operador.

Página 4

Art. 11: (continuidad radicada)

El incumplimiento de las obligaciones que se deriven de lo señalado en el inciso anterior no podrá afectar la prestación de los servicios a los usuarios.

Página 13

Art. 41: (obligación conservación infraestructura)

Obligación de conservación de

instalaciones y equipos. Para el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el artículo anterior los operadores deberán conservar en perfecto estado de funcionamiento las instalaciones y equipos que conforman la infraestructura del servicio, debiendo para estos efectos proceder a su reparación y mantención, y a la reposición, en su caso.

Art. 42: (Fondo de reposición e inversión)

Fondo de reposición y reinversión.

Los operadores que conforme a la clasificación del artículo 70 de esta ley pertenezcan a los segmentos Mediano y Mayor deberán constituir e incrementar, con un porcentaje no inferior al veinte por ciento de sus remanentes resultantes de cada ejercicio anual, un fondo de reserva legal destinado a la reposición y ampliación de largo plazo, según se defina en el reglamento.

Página 14

Art. 45: (aguas tratadas en regadío)

Vertimiento de aguas tratadas en canales de regadío. Los operadores de tratamiento y

disposición podrán solicitar, a la organización de usuarios respectiva, autorización para el vertimiento de las aguas tratadas en un canal.

Art. 46 : (Conexion obligada)

Todo inmueble ubicado dentro del área de servicio de un servicio sanitario rural, que cuente con factibilidad técnica positiva de conexión al sistema centralizado, declarada así por el operador del servicio, deberá conectarse a las redes de dicho servicio sanitario rural. Para aquellos inmuebles que no cuenten con factibilidad técnica positiva de conexión, los proyectos podrán considerar la construcción de soluciones descentralizadas de agua potable y aguas servidas, las que igualmente se considerarán parte del servicio sanitario rural.

Página 20

Art. 66: (participación comunitaria)

La política para la asistencia y promoción de los servicios sanitarios rurales reconoce la función social y el rol integrador de los grupos intermedios que desarrollan sus actividades basados en los principios de participación comunitaria y de ayuda mutua, garantizando su ejercicio a toda persona, sin discriminación alguna por motivos de raza, color, sexo, idioma, religión, opiniones políticas o de cualquier otra índole, origen nacional o social, posición económica, nacimiento o cualquier otra condición social

Página 25

Art. 77: (inversion publica en nuevos SS)

Inversión pública. La inversión para promover, formar e instalar servicios sanitarios rurales nuevos se definirá por el Ministerio conforme a lo establecido en los artículos 78, 79 y 80, pudiéndose considerar el aporte de los beneficiarios.

Página 29

Art. 90: (Cooperativa agua potable->SS)

Modificaciones a la Ley General de Cooperativas. Introdúcense, en el decreto con fuerza de ley Nº 5, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, promulgado el año 2003 y publicado el año 2004, que fija el texto refundido, concordado y sistematizado de la Ley General de Cooperativas, las

siguientes modificaciones:

- 1.- Reemplázase, en el inciso segundo del artículo 68, la frase "y de agua potable" por ", de servicios sanitarios rurales".
- 2.- Sustitúyese, en el epígrafe del Capítulo 2) del Título III, la expresión "y de Agua Potable" por "y de Servicios Sanitarios Rurales".
- 3.- Reemplázase, en el artículo 73, la frase "de abastecimiento y distribución de agua potable" por "de servicios sanitarios rurales".

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 09

BHJ

Nombre:	FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS EVACUACIÓN Y DISPOSICIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR RURAL
Tipo de documento:	Metodología
Código:	MSR2015
Pais:	Chile
Año:	2015
Autor:	MDS
Fecha Primera revisión:	25/08/2019
Fecha Ultima revisión:	25/08/2019
Tema:	SS (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Proyectos evacuación y disposición aguas servidas rurales

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 4

(necesidad de solución)

Dependiendo de algunas características

como densidad poblacional, topografía del sector, costos de inversión, operación y mantención, conocimientos técnicos, entre otras, se podrá optar por sistemas colectivos tradicionales, es decir, aquellos que permiten conducir las aguas servidas de toda la localidad, desde su origen hasta su disposición final; sistemas individuales (fosa séptica y pozo de infiltración); o solución mixta (colectiva para las viviendas más concentradas e individuales para las más distantes)

(Ley de presupuesto define programas)

En la actualidad no existe una ley que regule la provisión de la infraestructura y operación de los sistemas sanitarios rurales, por lo que las inversiones son realizadas a través de programas específicos, sustentados por la Ley de Presupuesto. En general, las iniciativas de este subsector son postuladas con financiamiento de la Provisión de Saneamiento

Sanitario, programa que es administrado por SUBDERE, que en este ámbito permite financiar inversiones de solución colectiva (caseta sanitaria, unión domiciliaria, redes de recolección, sistema de tratamiento y disposición final) e individual (casetas sanitarias con fosa-pozo). Este programa se rige por la Guía Operativa del Programa de Saneamiento Sanitario, aprobada por Resolución Exenta Nº: 12253/2012. SUBDERE transfiere fondos de inversión a nivel regional y son los municipios los responsables de llevar a cabo el proceso de inversión. En algunos casos, se firma un convenio con la Dirección de Obras Hidráulicas o con la empresa sanitaria de la región para apoyar técnicamente el desarrollo del proyecto.

(sistema colectivo)

El sistema colectivo se compone de cañerías de desagüe, cámaras de inspección y

uniones domiciliarias que permiten sacar las aguas servidas del punto de origen (vivienda) a través de la red de recolección, derivándolas a colectores de mayor diámetro, para ser conducidas a la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS). El efluente debe ser finalmente vertido, de acuerdo a norma, en el punto de disposición final. Dependiendo de la topografía, la red de colectores puede requerir de plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS). Hay casos de localidades rurales vecinas a sectores urbanos, donde una alternativa de tratamiento la constituye la planta existente en el sector urbano, para lo cual es necesario convenir con la concesionaria para aplicar el Art. 52 Bis de la Ley de Servicios Sanitarios

(sistema individual)

Un sistema individual se escoge como solución cuando las comunidades son dispersas, existe una larga distancia entre las viviendas y no es razonable asumir el costo de un sistema colectivo. La solución mayormente utilizada corresponde a la fosa séptica que consiste en un tanque que recibe las aguas servidas provenientes de las instalaciones sanitarias de las viviendas, las cuales tienen un tratamiento primario y un sistema de drenaje.

Página 5

(tipos de proyectos)

Construcción

Su objetivo es dotar de un sistema de evacuación y disposición de aguas servidas a una localidad, cuya población enfrenta condiciones inapropiadas para la descarga de sus aguas servidas, lo que produce insalubridad en el entorno de la vivienda. (insalubridad justifica)

Ampliación

Su objetivo es incrementar la oferta máxima de un sistema de evacuación y disposición, con el fin de hacer frente al crecimiento de la demanda, para lo cual se debe invertir en obras de recolección y/o tratamiento.

Mejoramiento

Su objetivo principal es mejorar la calidad del servicio y para ello se deben realizar acciones de distinto tipo. En muchos casos, en los proyectos de mejoramiento se reemplazan elementos que aumentan la oferta o capacidad del sistema para cubrir futuras demandas de la población, por lo que es posible presentar proyectos de mejoramiento con ampliación

Reposición

Su objetivo es renovar total o parcialmente uno o más componentes de un sistema existente, y en general, se debe al cumplimiento de la vida útil.

Página 6

(ciclo de vida, igual que en las otras metodologías)

Etapas:

Preinversión (evaluar conveniencia y mejor alternativa)

El objetivo de esta fase es determinar la conveniencia de implementar la iniciativa de inversión y, como tal, busca entregar un criterio de decisión acertado respecto de su ejecución. Este análisis forma parte de la evaluación ex-ante de la inversión.(...)

En la etapa de factibilidad se debe dar cuenta de la identificación, análisis y selección de alternativas de recolección de las aguas servidas y de la tecnología de tratamiento, debiendo elegir aquella de menor VAC o CAE, en caso de tener distinta vida útil.

Además, en esta etapa se abordan aspectos legales, se analizan la factibilidad de disponer terrenos y servidumbres necesarios para la realización del proyecto; y se obtienen los permisos ambientales que correspondan

Inversión (Diseño y Ejecución)

La fase de inversión está compuesta por las etapas de Diseño y Ejecución. El Diseño consiste en la elaboración de la ingeniería de detalle contenida en un Informe del Diseño que debe estar aprobado por la unidad técnica competente (DOH o Municipio) y por el Servicio de Salud.

Operación (funcionamiento + feedback)

Esta fase comienza con la puesta en marcha del proyecto. En esta etapa se debieran generar los beneficios y costos de operación y mantención esperados.

Después de un período de funcionamiento del proyecto, corresponde realizar los estudios de evaluación ex – post, los que están destinados a analizar el cumplimiento de las proyecciones, tales como la demanda, costos operacionales, entre otras. A partir de sus conclusiones se pueden formular acciones tendientes a corregir eventuales deficiencias técnicas y/o de gestión; y también es posible introducir mejoras en la formulación evaluación de futuros proyectos.

Página 7 - 11

Formulación de proyectos

(Todas las etapas siguen esta estructura:)

A. Diagnóstico Situación Actual

El objetivo del diagnóstico es en base a un conocimiento técnico, identificar y establecer la magnitud del problema, la población afectada y su crecimiento esperado; describir el área de influencia; describir la forma de evacuación de las aguas servidas actualmente, en términos de antigüedad, tipo de aguas servidas a tratar y de fuente, capacidad (oferta), la demanda esperada en el horizonte de evaluación y los responsables técnicos de la operación y mantención.

A.1 Identificación del problema

Se deberá describir la situación de evacuación de las aguas servidas actual, indicando los efectos negativos que provoca y que fundamentan una intervención para corregirlos. Es importante señalar que el problema no debe definirse en términos de la falta de infraestructura, pues de esta manera se predetermina la solución a adoptar, lo que limita el análisis de alternativas y optimizaciones posibles.

A.2 Descripción de la población y área de influencia

(no establece como definir área de influencia, si entrega indicaciones para correcta caracterización de la zona)

A.3 Descripción población afectada

aquellos que están afectados por el problema referido a la evacuación de las aguas servidas (implica que si no tiene problema no aplica)

A.4 Analisis oferta actual

A.5 Análisis demanda actual y proyectada

Demanda debiera provenir de las familias residentes de la localidad que necesitan satisfacer su carencia de servicio higiénico. (No considera población flotante en calculo).
Caudal medio según NCh 1105-1999

B. Optimización Situación Actual (optimización en base a medidas marginales)

En proyectos de construcción, no corresponde optimizar la forma de evacuación actual, ya que ésta se reemplaza. En el caso de ampliación y/o mejoramiento, la optimización del sistema existente incluye acciones tales como: la ejecución de inversiones marginales que permitan superar algún déficit detectado; aumentar la cobertura de la red de recolección, aumentar la capacidad del sistema de tratamiento; acciones administrativas como por ejemplo: modificaciones tarifarias que permitan regular la demanda, en caso de que se registre un exceso de consumo.

C. Balance Oferta-Demanda (horizonte 20 es el maximo, proyeccion optimizada)

comparar la demanda proyectada por un sistema de evacuación de aguas servidas versus la oferta resultante de la optimización de la situación actual, para un período de 20 años. Para los casos de proyectos de construcción se debe asumir la inexistencia de oferta, ya que la forma de evacuación es totalmente reemplazada.

D. Ánlis de alterntativas

Solución colectiva (primera opción)

-Convencional (cultivos fijos, lodos activados, lagunas
areadas)

-No Convencional (Lagunas, wetlandas)

-Físico-químico

Solución individual (aplicable a una o más viviendas)

-Primario (fosa séptica, Tanques Imhoff)

-Primario avanzado (Fosa séptica-cámara filtración, Fosa
séptica-Reactor cultivo fijo)

-Secundario (tratamiento biológico, filtro de arena, filtro de grava,
lagunas, humedales artificiales)

-Avanzado (Tratamiento en el suelo, filtros de lecho
empacado, intermitente y con recirculación, filtración rápida, desinfección)

Evaluación Social de Proyectos (SNI)

Costo-beneficio (todo en precios sociales)

VAN

TIR

Costo-eficiencia (no considera valor monetario de los beneficios, asume beneficios deseados. Solo busca menor costo)

(costos en precios sociales)

VAC

CAE

Las iniciativas de inversión de proyectos de evacuación y disposición de aguas servidas se evaluarán con un enfoque costo eficiencia, ya que la política pública vigente ha definido la necesidad de proveer el servicio al sector rural.

Página 12

Beneficios

Mayor cobertura

Dentro de estos beneficios se encuentran: mejoras en la salud física y psicosocial de los integrantes de las familias; mayor comodidad para las labores domésticas y de aseo personal; posibilidad de realizar actividades productivas; mejoras en la calidad medioambiental y reducción de malos olores, entre otros.

Liberación de recursos

Utilizados en la situación sin proyecto para la evacuación y tratamiento de las aguas servidas; entre ellos, ahorro de costo en la mantención de las soluciones actuales, ahorro de tiempo si es que el sistema actual se encontraba lejos de la vivienda, etc.

(no encuentro sentido en esto y si lo tiene es en casos muy particulares)

Costos (ajustar costos privados con factores sociales)

Inversión

corresponden a la infraestructura y equipamiento para la evacuación y disposición final de las aguas servidas. Las instalaciones domiciliarias, redes, uniones domiciliarias, colectores, plantas elevadoras y de tratamiento son obras típicas de un sistema colectivo; y entre sus componentes de costos pueden estar el acondicionamiento del terreno, obras civiles, equipamiento, asesoría y/o inspección técnica, entre otros.

Operación y mantención

se registran a lo largo de la vida útil del proyecto y son los que permiten el funcionamiento y la mantención del sistema. Por ejemplo el retiro y disposición de lodos; productos químicos necesarios en el tratamiento, mano de obra del encargado de operar el sistema, etc.

Reposición recambio de componentes del sistema que años.	cumplen su vida útil antes de los 20
--	--------------------------------------

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 10

BHJ

Nombre:	ESTABLECE NORMA DE EMISION PARA LA REGULACION DE CONTAMINANTES ASOCIADOS A LAS DESCARGAS DE RESIDUOS LIQUIDOS A AGUAS MARINAS Y CONTINENTALES SUPERFICIALES
Tipo de documento:	Decreto Supremo
Código:	DS90
Pais:	Chile
Año:	2001
Autor:	MSGP
Fecha Primera revisión:	17/08/2019
Fecha Ultima revisión:	24/08/2019
Tema:	AS (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Umbrales contaminantes

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 1

Art. 1: (proteccion ambiental en coherencia con constitución)
protección ambiental prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores.
Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República.

Página 3

Contaminantes (umbrales maximos apra ser considerados tal)

PH; 6-8

Temperatura; 20;°C; ---

Sólidos Suspendidos Totales; 220; mg/L; 3520; g/d

Sólidos Sedimentables; 6; ml/L; 1;h ---

Aceites y Grasas; 60; mg/L; 960; g/d

Hidrocarburos fijos; 10; mg/L; 160; g/d

Hidrocarburos totales; 11; mg/L; 176; g/d

Hidrocarburos volátiles; 1; mg/L; 16; g/d

DBO5, 250; mg O2/L; 4000; g/d

Aluminio; 1; mg/L; 16; g/d
Arsénico; 0,05; mg/L; 0,8; g/d
Boro; 0,75; mg/L; 12,8; g/d
Cadmio; 0,01; mg/L; 0,16; g/d
Cianuro; 0,20; mg/L; 3,2; g/d
Cloruros; 400; mg/L; 6400; g/d
Cobre; 1; mg/L; 16; g/d
Cromo Total; 0,1; mg/L; 1,6; g/d
Cromo Hexavalente; 0,05; mg/L; 0,8; g/d
Estaño; 0,5; mg/L; 8; g/d
Fluoruro; 1,5; mg/L; 24; g/d
Fósforo Total; 10; mg/L; 160; g/d
Hierro; 1,0; mg/L; 16; g/d
Manganeso; 0,3; mg/L; 4,8; g/d
Mercurio; 0,001; mg/L; 0,02; g/d
Molibdeno; 0,07; mg/L; 1,12; g/d
Níquel; 0,1; mg/L; 1,6; g/d
Nitrógeno total kjeldahl; 50; mg/L; 800; g/d
Nitrito más Nitrato (lagos); 15; mg/L; 240; g/d
Pentaclorofenol; 0,009; mg/L; 0,144; g/d
Plomo; 0,2; mg/L; 3,2; g/d
Selenio; 0,01; mg/L; 0,16; g/d
Sulfato; 300; mg/L; 4800; g/d
Sulfuro; 3; mg/L; 48; g/d
Tetracloroetano; 0,04; mg/L; 0,64; g/d
Tolueno; 0,7; mg/L; 11,2; g/d
Triclorometano; 0,2; mg/L; 3,2; g/d
Xileno; 0,5; mg/L; 8; g/d
Zinc; 1; mg/L; 16; g/d
Indice de Fenol; 0,05; mg/L; 0,8; g/d
Poder espumógeno; 5; mm; 5; mm
SAAM; 10; mg/L; 160; g/d
Coliformes Fecales o termotolerantes; 107; NMP/100 ml; 1,6x10¹²; coli/d

Las fuentes que emitan una carga contaminante media diaria o de valor característico igual o inferior al señalado, no se consideran fuentes emisoras para los efectos de esta norma y no quedan sujetos a la misma, en tanto se mantengan esas circunstancias.

Página 5-6

Limites maximos cuerpos fluviales (Tabla 1 y 2 juntas)

Aceites y Grasas; mg/L; A y G; 20; 50
Aluminio; mg/L; Al; 5; 10
Arsénico; mg/L; As; 0,5; 1
Boro; mg/L; B; 0,75; 3

Cadmio; mg/L; Cd; 0,01; 0,3
 Cianuro; mg/L; CN⁻; 0,20; 1
 Cloruros; mg/L; Cl⁻; 400; 2000
 Cobre Total; mg/L; Cu; 1; 3
 Coliformes Fecales o Termotolerantes; NMP/100 ml; Coli/100 ml; 1000; 1000
 Índice de Fenol; mg/L; Fenoles; 0,5; 1
 Cromo Hexavalente; mg/L; Cr⁶⁺; 0,05; 0,2
 DBO₅; mg O₂/L; DBO₅; 35; 300
 Fósforo; mg/L; P; 10; 15
 Fluoruro; mg/L; F⁻; 1,5; 5
 Hidrocarburos Fijos; mg/L; HF; 10; 50
 Hierro Disuelto; mg/L; Fe; 5; 10
 Manganeseo; mg/L; Mn; 0,3; 3
 Mercurio; mg/L; Hg; 0,001; 0,01
 Molibdeno; mg/L; Mo; 1; 2,5
 Níquel; mg/L; Ni; 0,2; 3
 Nitrógeno Total Kjeldahl; mg/L; NKT; 50; 75
 Pentaclorofenol; mg/L; C₆OHCl₅; 0,009; 0,01
 PH; Unidad; pH; 6,0 -8,5; 6,0-8,5
 Plomo; mg/L; Pb; 0,05; 0,5
 Poder Espumógeno; mm; PE; 7; 7
 Selenio; mg/L; Se; 0,01; 0,1
 Sólidos Suspendidos Totales; mg/L; SS; 80; 300
 Sulfatos; mg/L; SO₄²⁻; 1000; 2000
 Sulfuros; mg/L; S²⁻; 1; 10
 Temperatura; °C; °F; 35; 40
 Tetracloroetano; mg/L; C₂Cl₄; 0,04; 0,4
 Tolueno; mg/L; C₆H₅CH₃; 0,7; 7
 Triclorometano; mg/L; CHCl₃; 0,2; 0,5
 Xileno; mg/L; C₆H₄C₂H₆; 0,5; 5
 Zinc; mg/L; Zn; 3; 20

$C=T(1+d)$ -> aumenta la concentración permitida en base a tasa de dilución (limitado por última columna tabla anterior)

Límites máximos permitidos para descarga en lagos

Página 7

Aceites y Grasas; mg/L; A y G; 20
 Aluminio; mg/L; Al; 1
 Arsénico; mg/L; As; 0,1
 Cadmio; mg/L; Cd; 0,02
 Cianuro; mg/L; CN⁻; 0,5
 Cobre Total; mg/L; Cu; 0,1
 Coliformes Fecales o Termotolerantes; NMP/100 ml; Coli/100 ml; 1000-70 (agricultura)
 Índice de Fenol; mg/L; Fenoles; 0,5
 Cromo Hexavalente; mg/L; Cr⁶⁺; 0,2

Cromo Total; mg/L; Cr Total; 2,5
DBO5; mgO2/L; DBO5; 35
Estaño; mg/L; Sn; 0,5
Fluoruro; mg/L; F-; 1
Fósforo; mg/L; P; 2
Hidrocarburos Totales; mg/L; HCT 5
Hierro Disuelto; mg/L; Fe; 2
Manganeso; mg/L; Mn; 0,5
Mercurio; mg/L; Hg; 0,005
Molibdeno; mg/L; Mo; 0,07
Níquel; mg/L; Ni; 0,5
Nitrógeno Total; mg/L; N; 10
PH; unidad; pH; 6,0 - 8,5
Plomo; mg/L; Pb; 0,2
SAAM; mg/L; SAAM; 10
Selenio; mg/L; Se; 0,01
Sólidos Sedimentables; ml/l/h; S SED; 5
Sólidos Suspendidos Totales; mg/L; SS; 80
Sulfatos; mg/L; SO42-; 1000
Sulfuros; mg/L; S2-; 1
Temperatura; °C; T°; 30
Zinc; mg/L; Zn; 5

Página 8

Límites máximos permitidos dentro de la zona de protección litoral (cuerpos marinos)

Aceites y Grasas; mg/L; A y G; 20
Aluminio; mg/L; Al; 1
Arsénico; mg/L; As; 0,2
Cadmio; mg/L; Cd; 0,02
Cianuro; mg/L; CN-; 0,5
Cobre; mg/L; Cu; 1
Coliformes Fecales o Termotolerantes; NMP/100 ml; Coli/100 ml; 1000-70
Indice de Fenol; mg/L; Fenoles; 0,5
Cromo Hexavalente; mg/L; Cr6+; 0,2
Cromo Total; mg/L; Cr Total; 2,5
DBO5; mgO2/L; DBO5; 60
Estaño; mg/L; Sn; 0,5
Fluoruro; mg/L; F-; 1,5
Fósforo; mg/L; P 5
Hidrocarburos Totales; mg/L; HCT; 10
Hidrocarburos Volátiles; mg/L; HCV; 1
Hierro Disuelto; mg/L; Fe; 10
Manganeso; mg/L; Mn; 2
Mercurio; mg/L; Hg; 0,005
Molibdeno; mg/L; Mo; 0,1
Níquel; mg/L; Ni; 2

Nitrógeno Total Kjeldahl; mg/L; NKT; 50
PH; Unidad; pH; 6,0 - 9,0
Plomo; mg/L; Pb; 0,2
SAAM; mg/L; SAAM; 10
Selenio; mg/L; Se; 0,01
Sólidos Sedimentables; ml/l/h; S SED; 5
Sólidos Suspendidos Totales; mg/L; SS; 100
Sulfuros; mg/L; S₂-; 1
Zinc; mg/L; Zn; 5
Temperatura; °C; T°; 30

Página 9

Limites maximos permitidos fuera de la zona de protección litoral (ultima columna valida para 10 años despues de entrada en vigencia el DS)

Aceites y Grasas; mg/L; A y G; 350; 150
Sólidos Sedimentables; ml/l/h; S.SED; 50; 20
Sólidos Suspendidos Totales; mg/L; S.S.; 700; 300
Aluminio; mg/L; Al; 10
Arsénico; mg/L; As; 0,5
Cadmio; mg/L; Cd; 0,5
Cianuro; mg/L; CN-; 1
Cobre; mg/L; Cu; 3
Indice de Fenol; mg/L; Fenoles; 1
Cromo Hexavalente; mg/L; Cr⁶⁺; 0,5
Cromo Total; mg/L; Cr; Total; 10
Estaño; mg/L; Sn; 1
Fluoruro; mg/L; F-; 6
Hidrocarburos Totales; mg/L; HCT; 20
Hidrocarburos Volátiles; mg/L; HC; 2
Manganeso; mg/L; Mn; 4
Mercurio; mg/L; Hg; 0,02
Molibdeno; mg/L; Mo; 0,5
Níquel; mg/L; Ni; 4
PH; Unidad pH; 5,5 - 9,0
Plomo; mg/L; Pb; 1
SAAM; mg/L; SAAM; 15
Selenio; mg/L; Se; 0,03
Sulfuro; mg/L; S₂- 5
Zinc; mg/L; Zn; 5

Procedimientos de medición NCh411/3 Of 96 y NCh411/10 of 97

Volumenes de descarga(m³x10³/año)/numero minimo de dias de monitoreo anual

<5000/12
5000-20000/24

>20000/48 (distribuir dias mensualmente)

Fiscalizacion ->

Superintendencia Servicios Sanitarios

Dirección general del territorio marítimo y marina mercante

Servicios de salud

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 11

BHJ

Nombre:	ESTABLECE NORMA DE EMISION DE RESIDUOS LIQUIDOS A AGUAS SUBTERRANEAS
Tipo de documento:	Decreto
Código:	D46
Pais:	Chile
Año:	2003
Autor:	MSGP
Fecha Primera revisión:	24/08/2019
Fecha Ultima revisión:	24/08/2019
Tema:	AS (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Umbrales contaminantes aguas subterrneas

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 1

Art. 1: (proteccion ambiental en coherencia con constitución)
protección ambiental prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores. Con lo anterior, se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República.

Página 2

Contaminantes (umbrales maximos apra ser considerados tal)

Aceites y Grasas; 60; mg/L; 960; g/d
Aluminio; 1; mg/L; 16; g/d
Arsénico; 0,05; mg/L; 0,8; g/d
Benceno; 0,010; mg/L; 0,16; g/d
Boro; 0,75; mg/L; 12,8; g/d
Cadmio; 0,01; mg/L; 0,16; g/d
Cianuro; 0,20; mg/L; 3,2; g/d
Cloruros; 400; mg/L; 6400; g/d
Cobre; 1; mg/L; 16; g/d

Cromo Hexavalente; 0,05; mg/L; 0,8; g/d
Fluoruro; 1,5 mg/L; 24; g/d
Hierro; 1,0; mg/L; 16; g/d
Manganeso; 0,3; mg/L; 4,8; g/d
Mercurio; 0,001; mg/L; 0,02; g/d
Molibdeno; 0,07; mg/L; 1,12 g/d
Níquel; 0,1; mg/L; 1,6; g/d
Nitrógeno Total Kjeldahl; 50; mg/L; 800; g/d
Nitrito más Nitrato; 15; mg/L; 240; g/d
Pentaclorofenol; 0,009; mg/L; 0,144; g/d
Plomo; 0,2; mg/L; 3,2; g/d
Selenio; 0,01; mg/L; 0,16; g/d
Sulfatos; 300; mg/L; 4800; g/d
Sulfuros; 3 mg/L; 48; g/d
Tetracloroetano; 0,04; mg/L; 0,64; g/d
Tolueno; 0,7; mg/L; 11,2; g/d
Triclorometano; 0,2; mg/L; 3,2; g/d
Xileno; 0,5; mg/L; 8; g/d
Zinc; 1; mg/L; 16; g/d

Página 4

Limites máximos permitidos para descargas en aguas subterráneas

Art. 7: (consideración concentración natural)

Si el contenido natural de la zona saturada del acuífero excede al límite máximo permitido en este decreto, el límite máximo de la descarga será igual a dicho contenido natural

Art. 8: (prohibición emisión directa)

No se podrá emitir directamente a la zona saturada del acuífero, salvo que la emisión sea de igual o mejor calidad que la del contenido natural.

(última columna es para acuíferos con vulnerabilidad baja)

Ph; Unidad; 6,0 - 8,5; 6,0-8,5

Inorgánicos

Cianuro; Mg/L; 0,20; 0,2

Cloruros; Mg/L; 250; 250

Fluoruro; Mg/L; 1,5; 5

N-Nitrato + N- Nitrito; Mg/L; 10; 15

Sulfatos; Mg/L; 250; 500

Sulfuros; Mg/L; 1; 5

Orgánicos

Aceite y Grasas; mg/L; 10; 10

Benceno; mg/L; 0,01; 0,01

Pentaclorofenol; mg/L; 0,009; 0,009

Tetracloroetano; mg/L; 0,04; 0,04

Tolueno; mg/L; 0,7; 0,7

Triclorometano; mg/L; 0,2; 0,2

Xileno; mg/L; 0,5; 0,5

Metales

Aluminio; mg/L; 5; 20

Arsénico; mg/L; 0,01; 0,01

Boro; mg/L; 0,75; 3

Cadmio; mg/L; 0,002; 0,002

Cobre; mg/L; 1; 3

Cromo Hexavalente; mg/L; 0,05; 0,2

Hierro; mg/L; 5; 10

Manganeso; mg/L; 0,3; 2

Mercurio; mg/L; 0,001; 0,001

Molibdeno; mg/L; 1; 2,5

Níquel; mg/L; 0,2; 0,5

Plomo; mg/L; 0,05; 0,05

Selenio; mg/L; 0,01; 0,02

Zinc; mg/L; 3; 20

Nutrientes

Nitrógeno total Kjeldahl; mg/L; 10; 15

Art. 17: (procedimientos monitoreo)

NCh411/2 of 96

NCh411/10 of 97

Numero de mediciones (m3x103/año)/días

<5000/12

5000-20000/24

>20000/48

Ficha Extractos y Observaciones – Revisión Marcos Regulatorios

Folio: 12

BHJ

Nombre:	Requisitos de información para postulación de iniciativas de inversión – Planes Maestros de agua lluvias.
Tipo de documento:	Otros
Código:	RISPM2017
Pais:	Chile
Año:	2017
Autor:	Ministerio de Desarrollo Social
Fecha Primera revisión:	17/10/2019
Fecha Última revisión:	18/10/2019
Tema:	AL (DA= derechos de aguas, AS=aguas servidas, AL=aguas lluvia, ASL= aguas servidas y aguas lluvia, SS=servicios sanitarios)
Subtema:	Planes Maestros Aguas lluvia

EXTRACTOS Y NOTAS:

Página 1.

Define horizonte de planificación aproximado de 30 años

Clasifica el contenido del Plan Maestro en: Antecedentes, Términos de referencia, Presupuesto detallado, Cronograma de actividades. Los terminos de referencia corresponden a materias específicas mínimas que debe abordar el Plan Maestro. Dentro de estas se consideran:

- Diagnóstico y definición del problema.
- Antecedentes generales.
- Identificación y caracterización del área de estudio (incluye proyección del área urbana)
- Identificación y caracterización de la red actual.
- Recopilación y análisis de antecedentes relacionados con organismos involucrados.
- Modelación para 6 eventos de precipitación.
- Análisis de alternativas para toda el área de estudio.
- Identificación y valoración de los costos de inversión
- Identificación y valoración de beneficios de obras con costos superiores a las 30000 UF
- Determinar período de retorno óptimo (en base a costo-beneficio)
- Evaluación social de los proyectos que componen el Plan Maestro .

No queda muy claro porque se pide análisis de costo de todos los proyectos, luego beneficios sólo de aquellos con costos superiores a las 30000 UF y finalmente evaluación social de todos los proyectos del Plan Maestro.

El período de retorno se determina en base a análisis costo-beneficio de áreas representativas de la ciudad cuya superficie sea mayor al 20% del área de estudio.

ANEXO E

RESUMEN ANÁLISIS MARCO CHILENO

RESUMEN

Este resumen busca sintetizar el contenido de los documentos mencionados, respaldado en los apuntes que se adjuntan en las fichas.

Disposiciones generales referentes al agua

El código de agua se centra principalmente en dictar regulaciones al consumo y explotación del agua. Sin embargo, estipula consideraciones generales que resultan relevantes al momento de estudiar la legislación chilena relacionada con aguas servidas y aguas lluvia. Dentro de estos se encuentra: definición de la naturaleza del agua, su definición como bien nacional de uso público, la clasificación de los cuerpos de agua, tipos de derechos legales y aspectos atinentes a proyectos de ingeniería como: definición cauce artificial, aspectos a tener en cuenta en atravesos de obras civiles sobre cuerpos de agua y la definición de un sistema de drenaje.

Respecto a la naturaleza del agua, establece que *el agua en su estado natural es de carácter mueble* (es decir se puede transportar sin modificar su finalidad), *pero destinado al uso, cultivo o beneficio de un inmueble se reputan inmuebles* (es decir, a ser utilizadas se considera un bien radicado al inmueble que recibe el beneficio).

Luego se define al agua como bien nacional de uso público y que su uso será bajo los derechos de aprovechamiento que establece el mismo código.

Los tipos de aguas se clasifican a grandes rasgos entre superficiales y subterráneas, donde las primeras se subdividen entre aguas corrientes y detenidas.

Las aguas lluvias se definen como propiedad del propietario del suelo donde estas caen. El suelo usado por cuerpos de agua detenidos en su normal altura (no en períodos de crecidas) es de propiedad privada a menos de que dicho cuerpo se navegable por embarcaciones de más de 500 toneladas. El suelo cubierto por el cuerpo de agua en períodos de crecidas es público.

Se define como sistema de drenaje todos los cauces naturales o artificiales que se utilicen para *recuperar terrenos que se inundan periódicamente, desecar terrenos pantanosos o vegosos y deprimir niveles freáticos cercanos a la superficie.*

Aguas Servidas Urbanas

La Ley general de servicios sanitarios define: concesionarias, servicio de recolección y servicio de disposición. Establece la administración de la infraestructura y prestación de servicios sanitarios por parte de concesionarias constituidas como sociedades anónimas, a menos de tratarse de un sistema de máximos 500 arranques en cuyo caso puede ser incluso una persona natural.

Establece las responsabilidades de los usuarios, prestador de servicios, ente urbanizador y ente fiscalizador, en cuanto a construcción, mantención y conservación. Obliga al prestador de servicios a garantizar la continuidad absoluta.

No se refiere específicamente a la separación del alcantarillado respecto a las aguas lluvia, pero si al agua potable. La ley 19525 de aguas lluvia establece que los sistemas deben ser separados.

La Ley da cabida a aportes fiscales bajo la figura de Aportes de Terceros no Reembolsables, para cuyo caso los proyectos deben ser presentados al Sistema Nacional de Inversiones.

La norma NCh1105 establece criterios de diseño. Dentro de estos se encuentran: estimar caudal agua servida en base a consumo de agua potable ponderado por coeficiente de recuperación, tener en cuenta variaciones demográficas en estimación caudal, caudal mínimo es el de autolavado, considerar aguas industriales e infiltraciones difusas en caudal medio diario.

Aguas lluvia

La ley 19525 adjudica al Estado las responsabilidades respecto a la evacuación y drenaje de aguas lluvia en ciudades y centros poblados. MOP es responsable de red primaria y MINVU de la secundaria. Establece que en los Planes Maestros es donde se definen dichas redes. Este instrumento debe *considerar la situación de las cuencas hidrográficas*.

En la Metodología de preparación y evaluación de proyectos de evacuación y drenaje de aguas lluvia se define los roles de los distintos organismos gubernamentales asociados a dichos proyectos. Dentro de estos se encuentran: DGOP, GORE, MDS, MINSAL, MINVU, MMA*, MOP, SERPLAC.

Este documento define el evitar inundaciones como objetivo de los sistemas de drenaje. Luego define los tipos de sistemas de drenaje, cuya aplicabilidad depende básicamente del grado de consolidación urbano.

Dentro de los sistemas de drenaje se encuentran: 1) Sistemas de conducción (canales, cauces naturales, red de colectores), 2) Sistemas de regulación (estanques y lagunas de retención) y 3) sistemas de infiltración (estanques, pozos y zanjas). Cabe destacar que la infiltración se menciona como técnica alternativa.

Se definen los tipos de proyectos: ampliación, conservación, construcción, mejoramiento, reparación y reposición. Luego se detallan las etapas del ciclo de vida, que a grandes rasgos son las que generalmente define el SIN (preinversión, inversión y operación).

Para la evaluación de proyectos plantea dos métodos: costo-beneficio y costo-eficiencia. La diferencia es que el primero busca la mayor rentabilidad social del proyecto y el segundo el menor costo. Los beneficios se pueden calcular por: Valor contingente, precios hedónicos o menor daño evitado esperado. Además, para cada método define costos e indicadores económicos.

Para los costos detalla cómo transformar los costos privados a costos sociales y muestra como incorporar el riesgo al análisis.

Para la formulación de proyectos define los siguientes pasos:

1. Recopilación de antecedentes
2. Diagnóstico
 - 2.1. Diefinición área de influencia
 - 2.2. Estimación oferta actual
 - 2.3. Estudio de la demanda

2.4. Estimación Déficit

3. Identificación del problema.

4. Optimización situación actual.

5. Planteamiento alternativas

Aguas servidas rurales

Vigente

No hay ley que los regule. Los programas se definen la Ley de Presupuesto y son administrado por SUBDERE. Define sistemas de recolección y tratamiento colectivos: convencional (cultivos fijos, lodos activados y lagunas aireadas), físico químico y no convencionales (lagunas y wetlands) e individuales (avanzado, primario, primario avanzado y secundario).

Los tipos de proyectos son: construcción, ampliación, mejoramiento y reposición. Para que haya construcción es necesario que exista un problema de salubridad. Las etapas del ciclo de vida de los proyectos son: Prediseño (estudio factibilidad) – inversión (diseño y ejecución) – operación.

Las etapas para formulación de proyectos son: diagnóstico, identificación del problema, optimización situación actual, balance oferta demanda y análisis de alternativas.

Los posibles beneficios identificados son dos: liberación de recursos y mayor cobertura. En cuanto a los costos, se indica considerarlos durante todo el ciclo de vida. El método de evaluación permitido es el de costo-eficiencia (no busca rentabilidad, sólo menor costo)

Ley Servicios Sanitarios rurales (20998, no efectiva)

Esta Ley abarca todos los servicios sanitarios, sin embargo se centró en lo relevante para la recolección y disposición de aguas servidas.

Primero hace la distinción entre servicio rural primario (Saneamiento de aguas de uso doméstico, de manera continua y para todos los *usuarios dentro del área de servicio*) y secundario (saneamiento de aquellas aguas que no son de uso doméstico).

Respecto a la organización y administración, esta ley modifica la Ley de Cooperativas otorgándoles la facultad de administrar servicios de saneamiento. Establece entonces como pilar fundamental la participación ciudadana.

El financiamiento para promover, formar e instalar servicios sanitarios rurales nuevos se define por el MOP, pudiéndose considerar el aporte de los beneficiarios.

La conexión a la red de saneamiento es obligatoria para todos aquellos casos cuya conexión sea factible. Para todos los usuarios conectados la prestación de servicios es continua y está *radicada* lo que significa que el impago del servicio no afecta su prestación.

Dentro de los tipos de soluciones, define como primera opciones soluciones del tipo centralizadas (ahora conocidas como colectivas), es decir la conducción de las aguas a una planta de tratamiento y posterior disposición, y descentralizadas (ahora definidas como individuales).

Tratamiento y disposición

El análisis no se centró en los procedimientos para realizar el tratamiento sino que en los umbrales de contaminantes permitidos para su disposición. Tampoco se enfocó en las disposiciones personales para aguas provenientes de faenas mineras ni industriales en general.

El decreto 46 (MINSEGPRES) establece las normas de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas mientras que el decreto supremo 90 (MINSEGPRES) se refiere a las aguas marinas y continentales superficiales.

En este sentido, el DS90 establece que el objetivo de la protección ambiental es *prevenir la contaminación de las aguas marinas y continentales superficiales de la República, mediante el control de contaminantes asociados a los residuos líquidos que se descargan a estos cuerpos receptores*. Además agrega que con esto, *se logra mejorar sustancialmente la calidad ambiental de las aguas, de manera que éstas mantengan o alcancen la condición de ambientes libres de contaminación, de conformidad con la Constitución y las Leyes de la República*.

Ambas normativas establecen los umbrales para considerar la determinada concentración de distintas sustancias o compuestos químicos para ser considerados contaminantes. Posteriormente establece los umbrales máximos permitidos de dichos contaminantes.

Los umbrales permitidos para aguas superficiales se dividen en fluviales y lacustres. Para los cuerpos fluviales se establecen dos umbrales, sin considerar la capacidad de dilución del cuerpo receptor y considerando esta. Para los cuerpos marinos se dividen en umbrales permitidos dentro de la zona de protección litoral y fuera de esta.

Para los cuerpos subterráneos se especifican umbrales para acuíferos de acuerdo a su vulnerabilidad (baja o no).

Los procedimientos de monitoreo se encuentran especificado en la NCH411/2 of 96 y NCh411 of 97. El número de mediciones se establece días al año según el caudal, siendo el máximo 48 días al año (4 al mes) para caudales superiores a 20000 m³/año.

*EL MMA no se menciona pero si la CONAMA, institución que fue reemplazada por el MMA.

OBSERVACIONES

Código de aguas (DFL 1122, 1981)

- Artículo 42. especifica que los atraviesos de obras civiles no deben perjudicar la navegación ni el aprovechamiento de las aguas, pero no habla de procurar la conservación del medio ambiente sólo por su protección.

La Ley General de Servicios Santiarios (DFL 382, 1989):

- Artículo 2. Se menciona el tratamiento como alternativa. Al tratarse de aguas servidas debería relacionarse si o si con tratamiento.

- Artículo 36 bis. La modificación de la calidad de los servicios de saneamiento debe ser autorizada por Ministerio de Economía y Obras Públicas. Debería incluir al Ministro de Medio ambiente (fue creado el 2010 y la última versión de la Ley es del 2014).

Metodología de preparación y evaluación de proyectos de evacuación y drenaje de aguas lluvias (2013)

- Página 5. Me parece relevante que se admita lo controversial que resulta definir la red secundaria por exclusión a la definición de red primaria.
- Página 8. Se define a la CONAMA como responsable, pero esta ya no existe.
- Página 19. Define las propuestas de los Planes Maestros sólo como ideas. Estas se pueden utilizar para evitar la fase de perfil, y eventualmente (página 22) también las de prefactibilidad y factibilidad, es decir directamente al diseño. Podría ser un requerimiento del plan maestro generar propuestas lo suficientemente desarrolladas para ingresar directamente a la etapa de diseño o ejecución.
- Página 20. Define al Plan Maestro como estudio básico.
Dice que es *conveniente* considerar aspectos ambientales en *alguna* etapa del ciclo de vida.
- Página 33. El método costo-beneficio no el óptimo, ya que siempre habrá mayor beneficio en sectores de mayor plusvalía. En los proyectos de inversión vial ocurría antes el mismo problema, ya que en esos casos el beneficio es el ahorro en tiempo de viaje generado, lógicamente habrá más beneficio donde la gente tenga ingresos superiores. Para solucionar eso el MDS definió un valor social del tiempo (válido para todo el país). Por otro lado, la nueva ley de servicios sanitarios rurales define como aplicable únicamente el método de costo-eficiencia, que busca sólo el menor costo.

Formulación y Evaluación de Proyectos Evacuación y Disposición de Aguas Servidas en el Sector Rural (2015)

- Página 5. Requiere que haya problema de salubridad para construir. Esto le da un carácter reaccionario.
No define proyectos de reparación.
- Página 6. Define sólo factibilidad en preinversión y el diseño en inversión
- Página 7. No establece como definir el área de influencia.
Define a la población como los afectados por un problema. Es decir que si el problema no les afecta no se consideran dentro de la población objetivo.
No considera población flotante en el cálculo de demanda.
- Página 12. Que sentido tiene considerar la liberación de recursos como un beneficio?

Ingeniería Sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales - Diseño y cálculo de redes (NCH1105, 2009)

- Página 5. (6.3.5) Sólo menciona infiltración difusa, y las infiltraciones puntuales?

Regula Sistemas de evacuación y drenaje de aguas lluvias (Ley 19525, 1997)

- Artículo Transitorio 1. Un plazo de 5 años para la aprobación de un Plan Maestro me parece excesivo.

- Artículo Transitorio 2: lo establecido en el artículo anterior es aun más perjudicial cuando en este artículo se prohíbe la construcción en una zona urbana sin Plan Maestro aprobado.

Norma de emisión contaminantes en descargas a aguas marinas y continentales superficiales (DS90, 2001) y subterráneas (D46, 2003)

- En las aguas marinas fuera de la zona de protección no hay restricción de coliformes fecales ni coliformes.
- En las aguas subterráneas no existe restricción de coliformes fecales.
- En general (a priori) parece arbitrario los contaminantes considerados en uno u otro cuerpo de agua.

ANEXO F

RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS INFORMACIÓN PAÍSES

OCDE

Tabla F.1. Recopilación información países OCDE

País	Año registro cobertura *	Cobertura*	PIB (MILL USD eq)**	PIB per capita (USD eq)**	Población***	Propiedad		Fuente Propiedad/Administración
						infraestructura sanitaria****	Administración aguas servidas****	
Luxemburgo	2017	98.60	68878.32	113136.72	608806	Público	Público	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services. EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Irlanda	2017	62.60	403828.31	83081.13	4860650	Público	Privado	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services. EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Suiza	2013	98.00	579644.12	68078.67	8514328	Público	Público	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services. EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Noruega	2017	84.10	348145.28	65514.73	5314000	Público	Público	USGS (2015). "Public Supply Water Use". https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/public-supply-water-use?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects . Visitado el 10-10-2019 Samorka (2019). "Wastewater". https://www.samorka.is/en/wastewater/ . Visitado el 10-10-2019
Estados Unidos	2012	75.50	20580223.00	62852.66	327436000	Público	Público	
Islandia	2010	66.00	20263.80	57453.37	352700	Público	Público	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services. EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Países Bajos	2017	99.50	970604.45	56325.70	17232000	Público	Privado	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services. EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Austria	2016	95.20	490609.59	55513.22	8837707	Público	Privado	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Dinamarca	2017	91.90	319468.50	55137.82	5794000	Público	privado	Nia Tam (2018) Australia is the land of privatisation But what about water? https://www.infrastructureinvestor.com/australia-land-privatisation-true-water/ . Visitado el 10-10-2019
Australia	2017	92.69	1353220.00	54144.18	24992900	Público	Público	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services. EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Alemania	2016	97.13	4456151.17	53749.44	82906000	Público	Público	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services. EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Suecia	2017	87.00	541821.93	53249.20	10175213	Público	Público	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services. EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Bélgica	2017	83.00	575291.62	50442.05	11405000	Público	Público	
Finlandia	2014	85.00	264481.07	47946.24	5516200	Público	Público	

Hungría	2017	79.30	299638.72	30651.81	9775564 Público	Privado	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Grecia	2016	93.44	317454.66	29592.44	10727560 Público	Privado	EurFau. (2018). "The governance of water services in Europe." The European Federation of National Associations of Water Services.
Turquía	2016	70.70	2310621.45	28383.57	81407000 Público	Público	Aysegül Kibaroglu (2011). "Legislative Framework for Water Management in Turkey".
Chile (urbano)	2017	97.11	472396.76	25167.65	18770000 Público	Privado	SISS. (2017). "Informe de Coberturas Sanitarias." SISS, Santiago, Chile.
Chile (total)	2017	78.00	472396.76	25167.65	18770000 Público	Privado	SISS. (2017). "Informe de Coberturas Sanitarias." SISS, Santiago, Chile. María Eugenia De la Peña, Jorge Ducú, Viridiana Zamora (2013). "Tratamiento de aguas residuales en México". Banco Interamericano del Desarrollo.
México	2017	63.00	2509672.62	20144.75	124582000 Público	Público	

* Obtenido a partir de los datos de data stats OCDE (https://stats.oecd.org/index.aspx?DataSetCode=water_treat)

** Obtenido a partir de los registros del 2018 de la OCDE (<https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm>)

*** PIB Total/PIB per cápita

**** Si bien en algunos países la propiedad y la administración son mixtas, se consideró la modalidad mayoritaria en cada país como representativa.

En aquellos casos donde no fue posible identificar una predominante, se indicó como Público/privado

Tabla F.2. Cantidad de países según porcentaje de cobertura y sistema de administración

Cobertura (%)	Público			Privado		Total
	Público	Privado	Ambos	Público	Privado	
≥90	7	4	1	0	1	13
[70-90[	10	4	2	0	0	16
[65-70[	1	2	0	0	0	3
[50-65[	1	2	0	0	0	3
<50	0	0	0	0	0	0
Coef. Variación	1.168	0.697	1.491	0.000	2.236	
Total	19	12	3	0	1	35

Tabla F.3. Cantidad de países según porcentaje de cobertura y PIB per cápita

Cobertura (%)	Percentil							Coef. Variación	Total
	PIB per capita (USD)								
	≥90%	[70-90[	[50-70[	[30-50[	[20-30[	[10-20[	<10%		
	>66540	53828- 66540	41837- 53828	36022-41837	31468- 36022	29109- 31468	0-31468		
≥90	2	4	2	3	1	1	0	0.724	13
[70-90[	0	2	5	2	2	3	2	0.655	16
[65-70[	0	1	0	1	1	0	0	1.247	3
[50-65[	1	0	0	1	0	0	1	1.247	3
<50	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0
Coef. Variación	1.491	1.195	1.565	0.814	1.046	1.630	1.491		
Total	3	7	7	7	4	4	3		35

Tabla F.4. Cantidad de países según PIB per cápita y sistema de administración

Percentil PIB per cápita	Público			Privado		Coef. Variación	Total
	Público	Privado	Ambos	Público	Privado		
≥90%	2	1	0	0	0	1.491	3
[70-90%[	4	3	0	0	0	1.392	7
[50-70%[	5	0	1	0	1	1.481	7
[30-50%[	4	3	0	0	0	1.392	7
[20-30%[	1	2	1	0	0	1.046	4
[10-20%[	1	2	1	0	0	1.046	4
<10%	2	1	0	0	0	1.491	3
Coef. Variación	0.591	0.649	1.247	0.000	2.646		
Total	19	12	3	0	1		35

ANEXO G

INVERSIÓN PAÍSES MIEMBROS EUREAU

Tabla G.1. Inversiones relativas al PIB en países miembros de la EurFau

País	PIB*		Inversión total (Tot=AP+AS)**			Inversión AS (0.6*Tot) ****			Inversión AP (0.4*Tot) ****		
	Total(Mill USD)	Per cápita (USD)	Total (Mill USD/a)	Per cápita (USD)	Inversión/PIB	Total (Mill USD)	Per cápita (USD)	Inversión/PIB	Total (Mill USD)	Per cápita (USD)	Inversión/PIB
Austria***	490609.591	55513.222	714.57	81.76	0.146%	428.740	49.056	0.087%	171.496	19.622	0.03%
Bélgica	575291.619	50442.053	1003.52	89.6	0.174%	602.112	53.760	0.105%	240.845	21.504	0.04%
Suiza	579644.117	68078.669	2240	280	0.386%	1344.000	168.000	0.232%	537.600	67.200	0.09%
República Checa	422303.350	39740.849	372.96	33.6	0.088%	223.776	20.160	0.053%	89.510	8.064	0.02%
Alemania	4456151.169	53749.441	7840.00	95.2	0.176%	4704.000	57.120	0.106%	1881.600	22.848	0.04%
Dinamarca	319468.501	55137.815	983.36	179.2	0.308%	590.016	107.520	0.185%	236.006	43.008	0.07%
Grecia	317454.658	29592.438	474.88	44.8	0.150%	284.928	26.880	0.090%	113.971	10.752	0.04%
Finlandia	264481.069	47946.244	425.6	84	0.161%	255.360	50.400	0.097%	102.144	20.160	0.04%
Francia	3037360.288	45149.096	7280.00	112	0.240%	4368.000	67.200	0.144%	1747.200	26.880	0.06%
Irlanda	403828.305	83081.132	672	145.6	0.16%	403.200	87.360	0.100%	161.280	34.944	0.04%
Italia	2527866.111	41836.988	2016.00	33.6	0.080%	1209.600	20.160	0.048%	483.840	8.064	0.02%
Malta	14542.000	28385.065	12.32	28	0.085%	7.392	16.800	0.051%	2.957	6.720	0.02%
Países Bajos	970604.453	56325.699	1904.00	95.2	0.196%	1142.400	57.120	0.118%	456.960	22.848	0.05%
Noruega	348145.275	65514.730	1041.60	196	0.299%	624.960	117.600	0.180%	249.984	47.040	0.07%
Polonia	1190118.808	30982.189	2016.00	56	0.169%	1209.600	33.600	0.102%	483.840	13.440	0.04%
Portugal	343569.493	33408.807	790.72	67.2	0.230%	474.432	40.320	0.138%	189.773	16.128	0.06%
Rumania	239553.000	12301.186	632.80	28	0.264%	379.680	16.800	0.158%	151.872	6.720	0.06%
Suecia	551032.000	54111.972	616	61.6	0.112%	369.600	36.960	0.067%	147.840	14.784	0.03%
Eslovenia	78661.043	37964.635	683.20	336	0.869%	409.920	201.600	0.521%	163.968	80.640	0.21%
Eslovaquia	106472.000	19546.902	203.84	33.6	0.191%	122.304	20.160	0.115%	48.922	8.064	0.05%
Reino Unido	3024524.978	45504.844	10080.00	151.2	0.333%	6048.000	90.720	0.200%	2419.200	36.288	0.08%

* Obtenidos a partir de los registros del 2018 de la OCDE (<https://data.oecd.org/gdp/gross-domestic-product-gdp.htm>),

** Datos aproximados representativos del período 2012 - 2015. Extraídos de "Europe's water in Figures" (EurFau, 2017)

excepto Malta, Rumania, Suecia y Eslovaquia que son registros del 2018 del Banco Mundial (<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=SK>)

*** Los datos de inversión de Austria se extraen de <https://sos.danubis.org/eng/country-notes/austria/>

**** EurFau registra inversión total entre agua potable y aguas servidas, por lo que se estimó que el 60% de dicha inversión corresponde a aguas servidas y

el 40% a Agua Potable, en base al estudio "A state of the sector-Water and waste water services in the Danube region" realizado el 2015 por el Banco Mundial

y la IAWD (International Association of Water Services Companies in the Danube River Catchment Area)

ANEXO H

INDICADORES EVALUACIÓN MULTICRITERIO

Tema	Criterio	Nro.	Indicador	Referencia estándar	Fuente valor Chile	Ponderación indicador	Ponderación criterio	Valor Chile	Indicador ponderado	Puntaje criterio
Aguas servidas	Monitoreo	9	Frecuencia de monitoreo PTAS	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991)	Decreto Supremo 90 (MSGG, 2001)	0.50	0.10	5.00	2.50	4.00
		10	Máximo error permitido	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991)	Decreto Supremo 90 (MSGG, 2001)	0.50	0.10	3.00	1.50	
		11	Manejo de lodos	Global Wastewater and Sludge Production, Treatment and Use (Mateo-Sagasta et al., 2015)	Decreto 4 2009 (MSGG, 2009)	0.33	0.10	3.00	1.00	
	Protección medio ambiente	12	Coordinación de cuenca para descarga	Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas (Global Water Partnership, 2009)	Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Dourioleanni and Chevaleraud, 2010)	0.33	0.10	1.00	0.33	1.67
		13	Requisitos para permitir descarga	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Decreto Supremo 90 (MSGG, 2001)	0.33	0.10	1.00	0.33	
		14	Inversión anual/PIB	OCCE/EurEau (Anexo G)	Inversión Superintendencia (SISS, 2019a) PIB: GNI Per Cápita (Banco Mundial, 2017)	0.25	0.10	2.00	0.50	
	Inversión	15	Capacidad plantas de tratamiento	AQUASTAT (Anexo B)	AQUASTAT (Anexo B)	0.25	0.10	2.00	0.50	1.75
		16	Pactación personal de plantas de tratamiento	Arbeitsweise (VSA, 2019) Vir über uns (OVNAV, 2019) Der DVGW (DVGW, 2019)	Consultas externas	0.25	0.10	1.00	0.25	
		17	Plan de inversión	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Informes sector sanitario (SISS, 2019a)	0.25	0.10	2.00	0.50	
	Oportunidades	18	Energías renovables	European Union legislation on sewage sludge management (Ingrzeński et al., 2014)	Decreto 4 2009 (MSGG, 2009)	0.50	0.10	1.00	0.50	2.50
		19	Reutilización de aguas servidas	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991) Wastewater treatment and use in agriculture (FAO, 1992)	Ley 21.075 (MOP, 2018) NCh 1333 (INN, 1978) Informes Sanitarios (SISS, 2019a)	0.50	0.10	4.00	2.00	
		20	Transparencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Informes sector sanitario (SISS, 2019a)	0.33	0.10	3.00	1.00	
	Regulación	21	Multisectorialidad	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)	Ley 18.902 (Ministerio de Economía, 1990)	0.33	0.10	1.00	0.33	1.67
		22	Influencia política	Water Sector Regulation (Banco Mundial, 2019)	Ley General Servicios Sanitarios (MOP, 1989)	0.33	0.10	1.00	0.33	
		23	GRH	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)	Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Dourioleanni and Chevaleraud, 2010)	0.50	0.10	1.00	0.50	
	Planificación	24	Planificación inversión y mantención	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Informes sector sanitario (SISS, 2019a) Guía Elaboración de los Planes de Desarrollo (SISS, 2009)	0.50	0.10	3.00	1.50	2.00

Tema	Criterio	Nro.	Indicador	Referencia estándar	Fuente valor Chile	Ponderación Indicador	Ponderación criterio	Valor Chile	Indicador ponderado	Puntaje criterio
Agua lluvia	Disponibilidad información	25	Calidad cuerpos de agua	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Mapoteca Digital (DGA, 2019)	0.25	0.10	2.00	0.50	1.25
		26	Caracterización acuíferos	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)	Escenarios Hídricos 2030 (Mauereira y Kuijk, 2017)	0.25	0.10	1.00	0.25	
		27	Calidad agua tratada	Gewässerschutzverordnung (Bundesrat, 1998)	Informe sector sanitario (SSS, 2019a)	0.25	0.10	1.00	0.25	
		28	Catastro de redes	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Consultas externas	0.25	0.10	1.00	0.25	
	Inversión	1	Inversión anual/PIB	No se encontró información. Se tendrá de referencia la inversión en aguas servidas.	Balance de Gestión Integral (DOH, 2019)	0.50	0.17	1.00	0.50	1.00
		2	Plan de inversión	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Ley 19525 (MOP, 1997)	0.50	0.17	1.00	0.50	
	Procedimientos	3	Generación de metodologías aguas lluvia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Manual de Drenaje Urbano (DOH, 2013)	1.00	0.17	4.00	4.00	4.00
		4	Ciclo hidrológico	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Ley 19525 (MOP, 1997)	0.33	0.17	2.00	0.67	
	Medio ambiente	5	Reutilización de aguas lluvia	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (Rodríguez, 2017) The SUDS Manual (Ballard Woods et al., 2015)	Manual de Drenaje Urbano (DOH, 2013)	0.33	0.17	5.00	1.67	2.67
		6	Protección de aguas lluvia	Gewässerschutzverordnung (Bundesrat, 1998)	Ley 19525 (MOP, 1997)	0.33	0.17	1.00	0.33	
	Resiliencia	7	Resistencia cambio climático en planificac	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (Rodríguez, 2017) The SUDS Manual (Ballard Woods et al., 2015)	Manual de Drenaje Urbano (MOP, 2013)	1.00	0.17	4.00	4.00	4.00
	Planificación	8	Alcance Planificación	Weisung für die Bearbeitung des generellen Entwässerungsplanes (ANU, 2003).	Plan Maestro de exacuación y drenaje de aguas lluvia del Gran Santiago (DOH, 2001)	0.33	0.17	3.00	1.00	2.33
		9	Participación pública	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)	Ley 20500 (MMSGG, 2011)	0.33	0.17	3.00	1.00	
		10	Gestión integrada recurso hídrico	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)	Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Doutouleanni and Chevaleraud, 2010) RIS Planes Maestros de Aguas Lluvias (MDS, 2017)	0.33	0.17	1.00	0.33	
	Disponibilidad información	11	Catastro de redes	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)	Consultas externas	1.00	0.17	1.00	1.00	1.00

Indicador-01

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Cobertura tratamiento	0.1
Indicador	Cobertura sector rural	0.2
Descripción	Porcentaje de la población rural (PE<1000) cuyas aguas servidas reciben algún tipo de tratamiento	
Unidad de medida	(%)	

Referencia	Coberturas a nivel OCDE (Anexo F)
Valor Chile	8%
Fuente	Humedales Construidos: Diseño y Operación (Gladys Vidal ; Sujey Hormazábal, 2018)
Valor Normalizado	1

1	0-19
2	20-39
3	40-59
4	60-79
5	80-100

Indicador-02

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Cobertura tratamiento	0.1
Indicador	Cobertura sector urbano	0.8
Descripción	Porcentaje de la población urbana cuyas aguas servidas reciben algún tipo de tratamiento	
Unidad de medida	(%)	

Referencia	Coberturas a nivel OCDE (Anexo F)
Valor Chile	88.32%
Fuente	Obtenido a partir de la población absoluta que recibe tratamiento respecto a la población real en sectores urbanos según el CENSO del 2017. La población que recibe tratamiento se obtiene de las bases de datos de la Superintendencia (2019a).
Valor Normalizado	4

1	0-39
2	40-59
3	60-79
4	80-94
5	95-100

Indicador-03

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Cobertura recolección	0.1
Indicador	Cobertura sector rural	0.2
Descripción	Porcentaje de la población rural cuyas aguas servidas son recolectadas por un sistema de alcantarillado	
Unidad de medida	(%)	

Referencia	Coberturas a nivel OCDE (Anexo F)
Valor Chile	18%
Fuente	Humedales Construidos: Diseño y Operación (Gladys Vidal ; Sujey Hormazábal, 2018)
Valor Normalizado	1

1	0-19
2	20-39
3	40-59
4	60-79
5	80-100

Indicador-04

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Cobertura recolección	0.1
Indicador	Cobertura sector urbano	0.8
Descripción	Porcentaje de la población urbana cuyas aguas servidas son recolectadas por un sistema de alcantarillado	
Unidad de medida	-	

Referencia	Coberturas a nivel OCDE (Anexo F)
Valor Chile	88.35%
Fuente	Obtenido a partir de la población absoluta con alcantarillado respecto a la población real en sectores urbanos según el CENSO del 2017. La población con alcantarillado se obtiene de las bases de datos de la Superintendencia (2019a).
Valor Normalizado	4

1	0-39
2	40-59
3	60-79
4	80-94
5	95-100

Indicador-05

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Eliminación de contaminantes	0.1
Indicador	Actualización de procedimientos	0.25
Descripción	Grado de obligación de los operadores para mantener técnicas actualizadas al estado del arte	
Unidad de medida		

Referencia	Marco regulatorio Suiza (Anexo A)
Valor Chile	Los operadores están obligados a mantener la calidad del servicio. Sin embargo no hay obligaciones para mejorarla.
Fuente	Ley General Servicios Sanitarios (MOP, 1989)
Valor Normalizado	1

1	No existe regulación que obligue a los operadores a actualizar procedimientos empleados y velar el mejoramiento continuo de la calidad del servicio
2	El marco regulatorio aconseja mantener procedimientos actualizados pero no lo establece como obligatorio
3	El marco regulatorio establece como obligatorio mantener los procedimientos actualizados
4	Existen incentivos para mantener los procedimientos actualizados y para la innovación y mejoramiento continuo del servicio. Puede ser la competencia (en caso de operadores privados) o incentivos financieros de parte del gobierno.
5	Existe regulación que obliga e incentiva a los operadores a actualizar procedimientos y delega la responsabilidad en ellos, o bien el gobierno u organizaciones externas actúan como entes generadores de conocimiento y proveen material para guiar procedimientos según el estado del arte

Indicador-06

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Eliminación de contaminantes	0.1
Indicador	Restricción de contaminantes	0.25
Descripción	Compuestos considerados contaminantes	
Unidad de medida		

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	Artículo 3.7 del DS 90 define elementos considerados contaminantes
Fuente	Decreto Supremo 90 (MSGG, 2001)
Valor Normalizado	2

1	No define elementos a considerar como contaminantes
2	Define elementos específicos a considerar como contaminantes
3	Considera contaminantes aquellos que afecten la salud del ser humano.
4	Define elementos específicos como contaminantes, pero permite considerar otros en casos de clara alteración del estado del agua.
5	Considera cualquier agente que altere el estado natural del agua como un contaminante

Indicador-07

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Eliminación de contaminantes	0.1
Indicador	Umbrales	0.25
Descripción	Umbrales permitidos de compuestos considerados contaminantes	
Unidad de medida		

Referencia	Urban waste water treatment Directive (The Council of the European Union, 1991)
Valor Chile	No se considera COD. Los otros parámetros no cumplen los estándares mínimos de la UWWTD.
Fuente	Decreto Supremo 90 (MSGG, 2001)
Valor Normalizado	1

1	No considera umbral de BOD, COD, P o N kjeldahl
2	Dentro de la definición de umbrales, se cumple al menos uno de los siguientes: BOD>50mg/l, COD>250 mg/l, sólidos en suspension totales>70mg/l, P> 4 mg/l (PE de 10000 a 100000), P> 2 (PE mayor a 100000), Ntot> 30 mg/l (PE de 10000 a 100000, Ntot>20 (PE mayor a 100000)
3	Dentro de la definición de umbrales, se cumple al menos uno de los siguientes: BOD>25mg/l, COD>125mg/l, sólidos en suspension totales> 35 mg/l, P> 2 mg/l (PE de 10000 a 100000), P> 1 mg/l (PE mayor a 100000), Ntot> 15 mg/l (PE de 10000 a 100000, Ntot>10 (PE mayor a 100000)
4	Dentro de la definición de umbrales, se cumple lo siguiente: BOD<25mg/l, COD<125mg/l, sólidos en suspension totales< 35 mg/l, P< 2 mg/l (PE de 10000 a 100000), P< 1 mg/l (PE mayor a 100000), Ntot< 15 mg/l (PE de 10000 a 100000, Ntot<10 (PE mayor a 100000)

5	Dentro de la definición de umbrales, se cumple lo siguiente: BOD<12mg/l, COD<62mg/l, sólidos en suspension totales< 17 mg/l, P< 1 mg/l (PE de 10000 a 100000), P< 0.5 mg/l (PE mayor a 100000), Ntot< 7 mg/l (PE de 10000 a 100000, Ntot<5 (PE mayor a 100000)
---	--

Indicador-08

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Eliminación de contaminantes	0.1
Indicador	Tipos de tratamientos	0.25
Descripción	Procedimiento(s) con los que se tratan las aguas servidas.	
Unidad de medida	-	

Referencia	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991) Wastewater treatment and use in agriculture (FAO, 1992) Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	No se establece un procedimiento mínimo. Sin embargo la mayoría de las empresas (57%, dentro de las que se encuentran las 2 que satisfacen la mayoría de la demanda nacional) cuenta con tratamiento por lodos activados (secundario)
Fuente	Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
Valor Normalizado	2

1	Sólo tratamiento primario
2	Tratamiento secundario
3	Tratamiento terciario
4	Incluye desinfección
5	Eliminación de microcontaminantes

Indicador-09

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Monitoreo	0.1
Indicador	Frecuencia de monitoreo PTAS	0.5
Descripción	Frecuencia con la que se controla la calidad del agua tratada	
Unidad de medida	-	

Referencia	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991)
Valor Chile	Depende del efluente anual. Va de 12 días de monitoreo a 48 días de monitoreo. El mínimo posible son 36 muestras puntuales anualmente
Fuente	Decreto Supremo 90 (MSGG, 2001)
Valor Normalizado	5

1	No se define
2	1 vez al mes
3	2 veces al mes
4	3 veces al mes
5	4 o más veces al mes

Indicador-10

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Monitoreo	0.1
Indicador	Máximo error permitido	0.5
Descripción	Cantidad de muestras que pueden mostrar umbrales superiores a los permitidos	
Unidad de medida	%	

Referencia	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991)
Valor Chile	Con menos de 10 muestras mensuales permite que una muestra se exceda en un 100% del umbral. Con más de 10 muestras se permite que el 10% exceda máximo 100% los umbrales
Fuente	Decreto Supremo 90 (MSGG, 2001)
Valor Normalizado	3 ***

1	Se permiten errores de más de un 30%
2	Se permiten errores de hasta un 30%
3	Se permiten errores de hasta un 20%
4	Se permiten errores de hasta un 10%
5	Se permiten errores de menos del 10%

Indicador-11

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Protección medio ambiente	0.1
Indicador	Manejo de lodos	0.33
Descripción	Procedimiento permitido para tratar los lodos de tratamiento	
Unidad de medida		

Referencia	Global Wastewater and Sludge Production, Treatment and Use (Mateo-Sagasta et al., 2015)
Valor Chile	Se permite aplicación de lodos en suelo y relleno sanitario
Fuente	Decreto 4 2009 (MSGG, 2009)
Valor Normalizado	3

1	Se permite contacto directo con suelo sin verificar presencia de metales pesados
2	Se permite contacto directo con suelo de todo tipo con verificación previa de contenido de metales pesados
3	Se permite contacto con en tipos de suelos específicos, dentro de los que no se incluyen cultivos de consumo humano
4	Se permite incineración y contacto con ciertos tipos de suelo, dentro de los que no se incluyen cultivos de consumo humano, luego de verificar presencia de metales pesados
5	Se usan para generar energía por incineración, digestión aeróbica, pirólisis, gasificación u otro

Indicador-12

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Protección medio ambiente	0.1
Indicador	Coordinación de cuenca para descarga	0.33
Descripción	Grado de planificación y coordinación a nivel de cuenca	
Unidad de medida		

Referencia	Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas (Global Water Partnership, 2009)
Valor Chile	No existe planificación integral. Sólo se planifica a nivel de cuenca para aguas lluvias.
Fuente	Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Dourojeanni and Chevaleraud, 2010)
Valor Normalizado	1

1	No existe gestión de cuenca en absoluto
2	Existen organismos o planes de gestión de cuenca pero no son efectivos por falta de capacidad técnica o regulatoria
3	Se planifica a nivel de cuenca pero no existe coordinación entre regiones que comparten una cuenca
4	Existe planificación y coordinación entre regiones para descargar aguas tratadas sobre cuerpos de agua específicos como ríos o lagos de importancia ecológica o turística
5	Existen organismos o planes de gestión de cuenca que coordinan la descarga de distintas plantas dentro de una misma cuenca. Estas además comparten información respecto a las mediciones y situaciones de emergencia

Indicador-13

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Protección medio ambiente	0.1
Indicador	Requisitos para permitir descarga	0.33
Descripción	Exigencias para permitir la descarga de una PTAS en un determinado cuerpo de agua.	
Unidad de medida		

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	Considera capacidad de dilución en ríos, pero no su estado actual. En lagos, mar y aguas subterráneas no considera ninguna de las dos
Fuente	Decreto Supremo 90 (MSGG, 2001)
Valor Normalizado	1

1	No considera condición actual (previa a descarga) de los cuerpos de agua. El incumplimiento de los umbrales no conlleva multas.
2	No considera condición actual (previa a descarga) de los cuerpos de agua. El incumplimiento conlleva multas.
3	Considera condición actual (previa a descarga) en algunos cuerpos de agua. El incumplimiento de la normativa está sujeto a multas, no a la autorización para descargar.
4	Considera sólo la condición química actual de todos los cuerpos de agua, pero no toma en cuenta las características de la biota existente. El incumplimiento de la normativa conlleva rechazo de autorización de descarga.
5	Considera condición actual de todos los cuerpos de agua. Considera las características de la biota existente en el cuerpo de agua y aquella que depende de él. Además el incumplimiento de la normativa conlleva rechazo de autorización de descarga.

Indicador-14

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Inversión	0.1
Indicador	Inversión anual/PIB	0.25
Descripción	Relación entre la inversión realizada por los organismos encargados de construcción y mantenimiento de la red de aguas servidas en tratamiento y recolección con el Producto interno bruto	
Unidad de medida	(%)	

Referencia	OCDE/EurEau (Anexo G)
Valor Chile	0.052%
Fuente	Inversión Superintendencia (SISS, 2019a) PIB: GNI Per Cápita (Banco Mundial, 2017)
Valor Normalizado	2

1	Menor que 0.05%
2	Entre 0.05 y 0.1%
3	Entre 0.1 y 0.2%
4	Entre 0.2 y 0.5%
5	Más del 0.5%

Indicador-15

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Inversión	0.1
Indicador	Capacidad plantas de tratamiento	0.25
Descripción	Diferencia porcentual de capacidad de tratamiento de aguas servidas respecto a la producción anual de aguas servidas en asentamientos urbanos. Un valor negativo indica déficit de capacidad y un positivo indica un exceso de capacidad	
Unidad de medida	(%)	

Referencia	AQUASTAT (Anexo B)
Valor Chile	-12%
Fuente	AQUASTAT (Anexo B)
Valor Normalizado	2

1	menor a -50%
2	Entre -50% y 0%
3	Entre 0% y 50%
4	Entre 50% y 100%
5	Superior o igual a 100%

Indicador-16

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Inversión	0.1
Indicador	Capacitación personal de plantas de tratamiento	0.25
Descripción	Grado de obligación de los operadores para con la capacitación de sus trabajadores.	
Unidad de medida		

Referencia	Arbeitweise (VSA, 2019) Wir über uns (ÖWAV, 2019) Der DVGW (DVGW, 2019)
Valor Chile	No se realizan capacitaciones ni existen plataformas de intercambio de conocimiento y/o experiencias.
Fuente	Consultas externas
Valor Normalizado	1

	No se realizan capacitaciones entidades que capaciten
1	
2	
3	
4	
5	Existen instituciones externas o bien gubernamentales que ofrecen espacios de intercambio de conocimientos y capacitación en distintas áreas del rubro

Indicador-17

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Inversión	0.1
Indicador	Plan de inversión	0.25
Descripción	Existencia plan de inversión y mantención a largo plazo e inversión anual mínima definida por ley	
Unidad de medida		

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	No existe inversión mínima definida por Ley. Las concesionarias deben presentar Programa de inversión y mantenimiento anual.
Fuente	Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
Valor Normalizado	2

1	No existe un plan de inversión
2	Se planifica a corto plazo
3	
4	
5	Monto de inversión mínima anual establecido por Ley. Se define plan de mantención, monitoreo y construcción a largo plazo (más de 10 años).

Indicador-18

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Oportunidades	0.1
Indicador	Energías renovables	0.5
Descripción	Grado de obligación de utilización de fuentes de energías renovables en procesos de las PTAS y/o generación de energía con residuos de tratamiento	
Unidad de medida	-	

Referencia	European Union legislation on sewage sludge management (Inglezakis et al., 2014)
Valor Chile	No existe ninguna norma que obligue o incentive a las concesionarias a llevar a cabo una de estas prácticas
Fuente	Decreto 4 2009 (MSGG, 2009)
Valor Normalizado	1

1	No es obligatorio ni existen incentivos para utilizar energías renovables en los procedimientos de la planta ni para aprovechar la energía química contenida en los residuos
2	Existen incentivos para satisfacer al menos parcialmente la demanda energética de la planta de tratamiento con fuentes renovables
3	Es obligatorio satisfacer al menos parcialmente la demanda energética de la planta de tratamiento con fuentes renovables
4	Es obligatorio o bien existen incentivos para satisfacer totalmente la demanda energética de la planta de tratamiento con fuentes renovables
5	Es obligatorio o bien existen incentivos para emplear energías renovables en los procedimientos de la planta y generar energía con los lodos de tratamiento

Indicador-19

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Oportunidades	0.1
Indicador	Reutilización de aguas servidas	0.5
Descripción	Existencia de regulación para reutilización de aguas servidas tratadas.	
Unidad de medida	-	

Referencia	Urban wastewater treatment Directive (The Council of the European Union, 1991) Wastewater treatment and use in agriculture (FAO, 1992)
Valor Chile	Existe ley para reutilización de aguas grises. Permite su uso dentro de la misma propiedad donde fueron generadas, con tratamiento bajo responsabilidad del propietario. La NCh 1333 regula el uso de aguas tratadas con fines de recreación, riego y estética, sin embargo esta modalidad es poco utilizada.
Fuente	Ley 21075 (MOP, 2018) NCh 1333 (INN, 1978) Informes Sanitarios (SISS, 2019a)
Valor Normalizado	4

1	No existe reutilización planeada y/o existe reutilización directa del agua sin ser tratada
2	Existe reutilización indirecta del agua sin ser tratada
3	Reutilización de aguas tratadas sólo en sistemas descentralizados
4	Reutilización de aguas tratadas en sistemas centralizados con fines de uso municipal (riego, baños públicos, etc.)
5	Reutilización de aguas tratadas incluye fines agrícolas en zonas de escasez, recarga artificial de acuíferos, servicios sanitarios sectores con escasez, entre otros.

Indicador-20

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Regulación	0.1
Indicador	Transparencia	0.33
Descripción	Obligación de hacer pública información sanitaria y financiera (resultados mediciones, utilidades, metodologías para fijación de tarifas, puntos de descarga, caudales de descarga, entre otros)	
Unidad de medida		

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	Se obliga a hacer público: resultados mediciones (cumple/no cumple), estado planes de inversión, multas e inversiones realizadas y cálculo de tarifas.
Fuente	Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
Valor Normalizado	3

	No se exige publicar información respecto a 1 tratamiento de aguas servidas
	No se exige publicar información respecto a 2 tratamiento de aguas servidas, pero por políticas de los operadores se pública información básica
	Se publican resúmenes a cerca de 3 situaciones financieras y cumplimiento de restricción de contaminantes
	Se deben publicar los resultados de cada 4 contaminante restringido en la normativa, situaciones financieras, multas, incumplimientos y puntos de descarga
	Se deben publicar los resultados de cada 5 contaminante restringido en la normativa, situaciones financieras, multas, incumplimientos, puntos de descarga, calidad de los cuerpos de agua donde se descarga y caudales descargados

Indicador-21

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Regulación	0.1
Indicador	Multisectorialidad	0.33
Descripción	Inclusión de actores de diferentes sectores en la regulación del servicio. Dentro de estos se pueden encontrar: representantes del gobierno especialistas (salud, medio ambiente, economía), instituciones con conocimientos en el área (centros de investigación, universidades, etc.), contrapartes independientes y representantes de la comunidad.	
Unidad de medida		

Referencia	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
Valor Chile	El servicio es regulado sólo por la SISS
Fuente	Ley 18902 (Ministerio de Economía, 1990)
Valor Normalizado	1

	El servicio es regulado por actores de un sólo sector
1	
2	
3	
4	
5	Se incluye coordinación de actores de diferentes sectores para lograr mayor efectividad en la regulación a nivel local

Indicador-22

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Regulación	0.1
Indicador	Influencia política	0.33
Descripción	Dependencia o del gobierno por parte del organo regulador. Se asume influencia política en caso de que si lo sea y no haya una contra parte u organismo independiente que participe de la regulación.	
Unidad de medida		

Referencia	Water Sector Regulation (Banco Mundial, 2019)
Valor Chile	Super intendencia es un organismo estatal que controla los tres aspectos del servicio (salud, medio ambiente y economía)
Fuente	Ley General Servicios Sanitarios (MOP, 1989)
Valor Normalizado	1

	Regulación totalmente gubernamental o bien totalmente independiente sin
1	
2	
3	
4	Regulación con participación de contraparte independiente que logra supervisar correctamente a los grandes operadores pero pierde eficiencia con los pequeños
5	Regulación con participación de contraparte independiente que permite al mismo tiempo independencia política, correcta coordinación con entidades gubernamentales y regulación transparente

Indicador-23

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Planificación	0.1
Indicador	GIRH	0.5
Descripción	Existencia de Gestión integrada del recurso hídrico nivel de cuenca y microcuenca, considerando participación ciudadana y educación a la población, especialmente en sectores rurales con sistemas descentralizados.	
Unidad de medida		

Referencia	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
Valor Chile	No existe planificación a nivel de cuenca
Fuente	Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Dourojeanni and Chevaleraud, 2010)
Valor Normalizado	1

1	No existe GIRH
2	
3	
4	
5	Existe GIRH

Indicador-24

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Planificación	0.1
Indicador	Planificación mantención	0.5
Descripción	Grado en que se planifica la mantención y el nivel detalle de la información utilizada para planificar (catastros)	
Unidad de medida	-	

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	Existe planificación anual, no a largo plazo ni catastros para control periódico.
Fuente	Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
Valor Normalizado	1

	No existe planificación. Mantención e inversión son reaccionarias.
1	
2	Existe planificación a corto plazo.
	Se planifica a largo plazo sólo las nuevas inversiones, no el mantenimiento.
3	
	Existe catastro con inspección visual, que no otorga una apreciación completa del estado de los colectores. Se planifica la mantención e inversión a largo plazo
4	
	Existen planes de control periódico de la infraestructura, considerando inspecciones con cámaras de video para identificar fallas. Existe un catastro con registro del estado actual de cada colector, cámaras y otras infraestructuras de la red. La mantención e inversión en nueva infraestructura se planifica a largo plazo, indicando la prioridad de invertir en cada elemento y los montos estimados.
5	

Indicador-25

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Disponibilidad información	0.1
Indicador	Calidad cuerpos de agua	0.25
Descripción	Obligación de generar información pública respecto a la calidad de cuerpos de agua	
Unidad de medida		

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	No esta regulado. La DGA provee información respecto de la calidad de las aguas subterráneas entre la región del Maule y la región de Coquimbo.
Fuente	Mapoteca Digital (DGA, 2019)
Valor Normalizado	2

1	No existe información
2	Se publican escasa información (sólo cuerpos de agua específicos) y no de manera periódica
3	Se publican mediciones periódicas de la calidad de los cuerpos de agua
4	Se publican mediciones continuas de la calidad de los cuerpos de agua
5	Se publican mediciones continuas o periódicas de la calidad de los cuerpos de agua de manera generalizada

Indicador-26

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Disponibilidad información	0.1
Indicador	Caracterización acuíferos	0.25
Descripción	Porcentaje de los cuerpos de agua para los que se cuenta con registro público de sus características hidrogeológicas. Estas pueden responder a una caracterización general o detallada	
Unidad de medida	-	

Referencia	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
Valor Chile	No existe caracterización de acuíferos
Fuente	Escenarios Hídricos 2030 (Maureira y Kuijk, 2017)
Valor Normalizado	1

1	No existe caracterización en absoluto
2	Existe caracterización de acuíferos específicos
3	Caracterización parcial (entre 50 y 100%) de los acuíferos según lo indicado en la WFD
4	Caracterización total de acuíferos según lo indicado en la WFD (caracterización total con parámetros generales y parámetros específicos para acuíferos en riesgo)
5	Caracterización total de acuíferos según lo indicado en la WFD, con información de mediciones continuas o periódicas de recarga y nivel de acuíferos en sitios web públicos.

Indicador-27

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Disponibilidad información	0.1
Indicador	Calidad agua tratada	0.25
Descripción	Regulación respecto al registro y publicación de mediciones periódicas o continuas de la calidad y caudal de aguas tratadas	
Unidad de medida	-	

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Bundesrat, 1998)
Valor Chile	Sólo se publica si las calidad del agua mensualmente cumple los umbrales establecidos por las respectivas normativas
Fuente	Informes sector sanitario (SISS, 2019a)
Valor Normalizado	1

1	No se dispone en absoluto de información pública de caudal y calidad de las aguas servidas descargadas
2	Se dispone de forma pública de mediciones periódicas o continuas de caudal y calidad de algunos puntos de descarga específicos.
3	Se dispone de forma pública de mediciones periódicas o continuas de caudal y calidad de menos de un 60% de los puntos de descarga de aguas tratadas en PTAS.
4	Se dispone de forma pública de mediciones periódicas o continuas de caudal y calidad de menos de entre un 60 y 90% de los puntos de descarga de aguas tratadas en PTAS.
5	Se dispone de forma pública de mediciones periódicas o continuas de caudal y calidad de entre un 90 y 100% de los puntos de descarga de aguas tratadas en PTAS.

Indicador-28

Tema	Aguas servidas
-------------	----------------

		Ponderación
Criterio	Disponibilidad información	0.1
Indicador	Catastro de redes	0.25
Descripción	Existencia de catastros con la totalidad de infraestructura de recolección y tratamiento de aguas servidas	
Unidad de medida	-	

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	No está regulado y tampoco se encuentran disponibles
Fuente	Consultas externas
Valor Normalizado	1

1	No existen catastros de ningún tipo.
2	Existen catastros pero no son compatibles con GIS, ya sea porque se encuentran en papel o en algún otro formato no compatible
3	Existen catastros compatibles con GIS pero no en un sistema unificado. Los distintos administradores cuentan con catastros por separado de su propia infraestructura.
4	Existen catastros compatibles con GIS o LIS de toda la infraestructura de aguas servidas que incluye sólo la ubicación geográfica.
5	Existen catastros compatibles con GIS o LIS de toda la infraestructura de aguas servidas. De los coléctores, cámaras y arranques domiciliarios se indica: posición, altura de inicio y fin, diámetros, materialidad, año de construcción, propietario y clasificación de las aguas conducidas. También se indican características básicas de infraestructura de soporte (bombas, estanques, etc.).

Indicador-01

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Inversión	0.17
Indicador	Inversion anual/PIB	0.5
Descripción	Relación entre la inversión realizada por los organismos encargados de construcción y mantención de la red de drenaje aguas lluvia en infraestructura, con el Producto interno bruto	
Unidad de medida	(%)	

Referencia	No se encontró información. Se tendrá de referencia la inversión en aguas servidas.
Valor Chile	0.02%
Fuente	Balance de Gestión Integral (DOH, 2019)
Valor Normalizado	1

1	Menor que 0.05%
2	Entre 0.05 y 0.1%
3	Entre 0.1 y 0.2%
4	Entre 0.2 y 0.3%
5	Más del 0.3%

Indicador-02

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Inversión	0.17
Indicador	Plan de inversión	0.5
Descripción	Existencia de un plan de inversión en construcción, mantención y conservación de la infraestructura de la red de drenaje	
Unidad de medida	-	

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	Los planes maestros no tienen un tiempo definido de ejecución. Además estos no planifican la inversión.
Fuente	Ley 19525 (MOP, 1997)
Valor Normalizado	1

1	No existe un plan de inversión.
2	Se planifica la inversión a corto plazo (1-5 años)
3	Se planifica la inversión a mediano plazo (5-10 años)
4	Se planifica la inversión a largo plazo (más de 10 años) sin un monto de inversión anual mínimo establecido por ley.
5	Se planifica la inversión a largo plazo (más de 10 años) en base a estudios a nivel de cuenca, con un monto de inversión anual mínimo establecido por ley.

Indicador-04

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Procedimientos	0.17
Indicador	Generación de metodologías aguas lluvia	1
Descripción	Preocupación del marco regulatorio por mantener actualizadas las técnicas al estado del arte generando conocimiento y metodologías	
Unidad de medida	-	

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	El tema no es abordado explícitamente en el marco regulatorio, sin embargo existe un Manual de Drenaje Urbano que paulatinamente ha sido empleado en proyectos
Fuente	Manual de Drenaje Urbano (DOH, 2013)
Valor Normalizado	4

1	No se exige una constante actualización de metodologías
2	Se definen revisiones periódicas por parte de comisiones de expertos de las metodologías para el desarrollo de proyectos.
3	Se define la necesidad una contraparte que asesora a los organismos encargados del desarrollo de proyectos en la actualización de sus metodologías.
4	Se define responsabilidad de actualizar metodologías y generar conocimientos a un organismo estatal, que puede o no ser el encargado de llevar a cabo los proyectos.
5	Existen organismos independientes que generan metodologías y conocimientos que mantengan las técnicas actualizadas al estado del arte, los cuáles son reconocidos y aceptados por la legislación para ser utilizados como guías en el desarrollo de proyectos

Indicador-06

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Medio ambiente	0.17
Indicador	Ciclo hidrológico	0.33
Descripción	Grado en que el marco regulatorio establece medidas para cuidar el ciclo hidrológico mediante el correcto drenaje de aguas lluvia	
Unidad de medida	-	

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	Considera la infiltración como una alternativa para la disposición, no como una primera opción. No regula el uso para riego ni infiltración mediante alguna otra técnica.
Fuente	Ley 19525 (MOP, 1997)
Valor Normalizado	2

1	No se menciona la posibilidad de infiltrar las aguas lluvia.
2	No se define la infiltración como prioridad, pero se propone como alternativa.
3	No se define la infiltración como prioridad, pero se propone como alternativa y define procedimientos autorizados para infiltrar las aguas lluvia en caso de ser así pretendido
4	Se establece la infiltración de aguas lluvia no contaminadas como el ideal para su disposición para contribuir a la preservación de la función de la lluvia en la recarga de acuíferos.
5	Se establece la infiltración de aguas lluvia no contaminadas como el ideal para su disposición para contribuir a la preservación de la función de la lluvia en la recarga de acuíferos. Para ello se definen técnicas específicas y se definen organismos responsables de su funcionamiento

Indicador-07

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Medio ambiente	0.17
Indicador	Reutilización de aguas lluvia	0.33
Descripción	Grado en que el marco regulatorio establece medidas para reutilizar las aguas lluvia en: actividades productivas, riego áreas verdes urbanas o uso doméstico.	
Unidad de medida		

Referencia	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (Rodríguez, 2017) The SuDS Manual (Ballard Woods et al., 2015)
Valor Chile	El tema no es abordado explícitamente en el marco regulatorio, sin embargo existe un Manual de Drenaje Urbano que paulatinamente ha sido empleado en proyectos
Fuente	Manual de Drenaje Urbano (DOH, 2013)
Valor Normalizado	5

1	No se regula la reutilización
2	
3	Reutilización de aguas sólo en propiedades privadas
4	
5	Reutilización a nivel urbano con fines de uso municipal (riego, baños públicos, etc.)

Indicador-08

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Medio ambiente	0.17
Indicador	Protección de aguas lluvia	0.33
Descripción	Definición de medidas para mantener las aguas lluvia, que posteriormente se descargaran en cursos naturales sin tratamiento, alejadas de fuentes de contaminación	
Unidad de medida	-	

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Bundesrat, 1998)
Valor Chile	Los sistemas de drenaje deben ser separados, salvo en excepciones (no específica requisitos para las excepciones). En ese sentido, permite la tributación de aguas potencialmente contaminadas sin tratamiento en cauces naturales
Fuente	Ley 19525 (MOP, 1997)
Valor Normalizado	1

1	No considera riesgo de contaminación de aguas lluvias.
2	
3	
4	
5	Considera riesgo de contaminación especialmete en vías urbanas o carreteras producto de accidentes u otros. Las aguas lluvias de dichas zonas de riesgo deben tributar a sistemas unitarios.

Indicador-09

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Resiliencia	0.17
Indicador	Consideración cambio climático en planificación	1
Descripción	Uso de métodos sostenibles de drenaje (SuDS) como estructuras de retención, almacenamiento y tratamiento primario	
Unidad de medida	-	

Referencia	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenibles (Rodríguez, 2017) The SuDS Manual (Ballard Woods et al., 2015)
Valor Chile	No está explícito en la regulación, sin embargo el Manual de Drenaje Urbano del MOP considera importantes elementos para un drenaje sostenible
Fuente	Manual de Drenaje Urbano (MOP, 2013)
Valor Normalizado	4

1	No existen metodologías claras ni es exigido por la normativa
2	
3	
4	No es exigido pero si existen metodologías y recomendaciones
5	Es exigido por la normativa incluir estos métodos en los proyectos de aguas lluvia, para lo que además existe metodologías claramente definidas.

Indicador-10

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Planificación	0.17
Indicador	Alcance Planificación	0.33
Descripción	Nivel de detalle alcanzado en la planificación	
Unidad de medida	-	

Referencia	Weisung für die Bearbeitung des generellen Entwässerungsplanes (ANU, 2003).
Valor Chile	A grandes rasgos, Planes Maestros definen red principal y red secundaria, identifican áreas tributarias de cada sistema (unitario/separado), generan propuestas de mejora y estiman inversión total y costos de operación. No se definen plazos de ejecución
Fuente	Plan Maestro de evacuación y drenaje de aguas lluvia del Gran Santiago (DOH, 2001)
Valor Normalizado	3

1	No se realiza planificación de inversión y mantención
2	La planificación considera creación de catastros de infraestructura sin modelación hidráulica y sin inspección del estado de la infraestructura. La inversión se basa en solucionar problemas existentes.
3	La planificación considera catastros detallados que incluyen el estado de la infraestructura mediante inspección visual. Se realiza modelación hidráulica y se proponen mejoras para optimizar la red.
4	La planificación considera catastros detallados que incluyen el estado de la infraestructura mediante inspección visual. Se realiza modelación hidráulica y se proponen mejoras para optimizar la red. Las obras necesarias se planifican con plazos a corto, mediano y largo plazo.

	En el instrumento de planificación se identifican las redes de drenaje, se establece el estado de cada elemento de la infraestructura y su carga hidráulica. Se proponen mejoras con el objetivo de optimizar la red. En base a esto se definen prioridades de reparación, mantenimiento y construcción con horizontes temporales claros.
--	--

Indicador-12

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Planificación	0.17
Indicador	Participación pública	0.33
Descripción	Inclusión de la ciudadanía en la identificación de problemas, planificación e implementación de soluciones	
Unidad de medida	-	

Referencia	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
Valor Chile	Al ser proyectos públicos, la Ley establece que se deben definir mecanismos de participación ciudadana. A pesar de no haber mecanismos claros, se encontraron diversos casos de participación en proyectos puntuales además de las instancias de participación en el desarrollo de Planes reguladores donde se aborda el drenaje
Fuente	Ley 20500 (MSGG, 2011)
Valor Normalizado	3

1	No se incluye participación pública en los proyectos de drenaje
2	
3	Se incluye a la ciudadanía en el diagnóstico de problemas y definición de la situación actual
4	Se incluye a la ciudadanía en el diagnóstico de problemas, definición de la situación actual y búsqueda de soluciones, dónde es relevante la acción conjunta de actores
5	Se incluye a la ciudadanía en la planificación de drenajes. Además se incentiva la infiltración y/o reutilización de las precipitaciones correspondientes a una misma propiedad

Indicador-13

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Planificación	0.17
Indicador	Gestión Integrada recurso hídrico	0.33
Descripción	Existencia o no existencia de GIRH en alguna de sus modalidades	
Unidad de medida		

Referencia	Water Framework Directive (The Council of the European Union, 2000)
Valor Chile	No existe planificación a nivel de cuenca. Planes Maestros tienen como objetivo alcanzar beneficio social lo que está casi exclusivamente relacionado con disminuir daño estructural por inundaciones.
Fuente	Las Mesas del Agua y la Gestión de Cuencas en Chile (Dourojeanni and Chevaleraud, 2010) RIS Planes Maestros de Aguas Lluvias (MDS, 2017)
Valor Normalizado	1

1	No existe GIRH
2	
3	
4	
5	Existe GIRH en alguna de sus variables

Indicador-14

Tema	Aguas lluvia
-------------	--------------

		Ponderación
Criterio	Disponibilidad información	0.17
Indicador	Catastro de redes	1
Descripción	Existencia de catastros con la totalidad de infraestructura de drenaje	
Unidad de medida		

Referencia	Gewässerschutzverordnung (Schweizerische Bundesrat, 1998)
Valor Chile	No está regulado y tampoco se encuentran disponibles
Fuente	Consultas externas
Valor Normalizado	1

1	No existen catastros de ningún tipo.
2	Existen catastros pero no son compatibles con GIS, ya sea porque se encuentran en papel o en algún otro formato no compatible
3	Existen catastros compatibles con GIS pero no en un sistema unificado. Los distintos administradores cuentan con catastros por separado de su propia infraestructura.
4	Existen catastros compatibles con GIS o LIS de toda la infraestructura de aguas servidas que incluye sólo la ubicación geográfica.
5	Existen catastros compatibles con GIS o LIS de toda la infraestructura de aguas servidas. De los coléctores, cámaras y arranques domiciliarios se indica: posición, altura de inicio y fin, diámetros, materialidad, año de construcción, propietario y clasificación de las aguas conducidas. También se indican características básicas de infraestructura de soporte (bombas, estanques, etc.).

ANEXO I
EMPRESAS SANITARIAS CHILE

Tabla 1.1. Empresas sanitarias y las coberturas dentro de los TO por región (2018)

Región	Empresa	Cobertura de alcantarillado	Cobertura de tratamiento de aguas servidas
Arica y Parinacota	Aguas del Altiplano Arica y Parinacota	99.7%	100.0%
Tarapacá	Aguas del Altiplano Tarapacá	98.2%	100.0%
Antofagasta	Aguas de Antofagasta	99.8%	100.0%
Atacama	Aguas Chañar	96.8%	100.0%
Coquimbo	Aguas del Valle	97.5%	100.0%
Coquimbo	Aguas la Serena	99.2%	100.0%
Coquimbo	ESETO (Totoralillo)	0.0%	0.0%
Coquimbo	ESSI Coquimbo	45.8%	100.0%
Valparaíso	Algarrobo Norte	49.5%	100.0%
Valparaíso	Brisas de Mirasol	48.1%	100.0%
Valparaíso	COOPAGUA	81.1%	100.0%
Valparaíso	ESSI Valparaíso	32.2%	100.0%
Valparaíso	ESVAL	94.0%	100.0%
Valparaíso	Mirasol de Algarrobo	33.5%	100.0%
Valparaíso	SASIPA	0.0%	0.0%
Metropolitana	Aguas Andinas	98.8%	100.0%
Metropolitana	Aguas Cordillera	98.9%	100.0%
Metropolitana	Aguas Manquehue	99.5%	100.0%
Metropolitana	Aguas Colina	100.0%	100.0%
Metropolitana	Novaguas	100.0%	100.0%
Metropolitana	SEMBCORP Aguas Santiago	99.3%	100.0%
Metropolitana	Aguas Santiago Poniente	100.0%	100.0%
Metropolitana	COSSBO	100.0%	100.0%
Metropolitana	EMAPAL	100.0%	100.0%
Metropolitana	Huertos Familiares	100.0%	100.0%
Metropolitana	La Leonera	100.0%	100.0%
Metropolitana	Melipilla Norte	99.0%	100.0%
Metropolitana	Santa Rosa del Peral	65.5%	100.0%
Metropolitana	Selar Larapinta	100.0%	100.0%
Metropolitana	SEPPRA - Lo Prado	100.0%	100.0%
Metropolitana	SEMBCORP Aguas Chacabuco	97.1%	100.0%
Metropolitana	SEMBCORP Aguas Lampa	79.5%	100.0%
Metropolitana	SMAPA	99.9%	100.0%
Metropolitana	Servicios Sanitarios de la Estación S.A.	100.0%	100.0%
Metropolitana	Aguas San Pedro Metropolitana	100.0%	100.0%
Metropolitana	BCC S.A.	100.0%	100.0%
Metropolitana	ESSI RM	96.7%	100.0%
Metropolitana	Izarra de lo Aguirre	100.0%	100.0%
Metropolitana	Aguas Santiago Norte	100.0%	100.0%
Metropolitana	El Colorado	100.0%	0.0%
O'Higgins	ESSBIO O'higgins	89.4%	100.0%
Maule	Aguas Nuevo Sur Maule	97.3%	100.0%
Maule	Aguas San Pedro Bío Bío	99.5%	100.0%
Maule	Cooperativa Maule	98.4%	100.0%
Maule	Cooperativa Sagrada Familia	91.1%	0.0%
Maule	Cooperativa Sarmiento	98.9%	100.0%
Ñuble	Aguas San Pedro Ñuble	100.0%	100.0%
Ñuble	ESSBIO Ñuble	96.2%	100.0%
Bío Bío	Aguas San Pedro Bío Bío	99.5%	100.0%
Bío Bío	ESSBIO Bío Bío	95.5%	100.0%
Araucanía	Aguas Araucanía	96.3%	100.0%
Araucanía	Comité de Ap y Alc. Quepe (1)		
Araucanía	Total ESSI Araucanía	89.1%	100.0%
De los Ríos	Aguas Décima	95.3%	100.0%
De los Ríos	ESSAL Los Ríos	93.6%	100.0%
Los Lagos	ESSAL Los Lagos	96.6%	100.0%
Los Lagos	Aguas San Pedro Los Lagos	100.0%	100.0%
Aysén	Aguas Patagonia de Aysén	96.7%	100.0%
Magallanes	Aguas Magallanes	98.8%	100.0%
COBERTURAS EN ÁREAS DE CONCESIÓN		97.17%	99.98%

(1) No presentaron informe cobertura

Fuente: <http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html>