

Principios del Reúso de Aguas Residuales y Regulaciones en Chile y el Extranjero



Eduardo Baeza
Asesoría Técnica Parlamentaria
Investigador Área Recursos Naturales, Ciencia y Tecnología
Julio 2025

Introducción al reúso de aguas residuales

Definición

Proceso de convertir aguas residuales en agua que se puede utilizar para otros fines, como riego agrícola, procesos industriales, recarga de acuíferos y, en algunos casos, hasta para consumo humano previo tratamiento avanzado.

Contexto global

- El 80% de aguas residuales mundiales se vierten sin tratamiento adecuado
- Más de 2.000 millones de personas viven en países con estrés hídrico severo
- La demanda global de agua aumentará un 55% para 2050
- El cambio climático agudiza la escasez de recursos hídricos

Importancia del reúso

- Fuente alternativa de agua en zonas de escasez
- Reduce la presión sobre fuentes de agua convencionales
- Disminuye la contaminación de cuerpos receptores naturales
- Promueve la economía circular del agua
- Contribuye a la seguridad hídrica y alimentaria

Marco general internacional

Tendencia creciente hacia la implementación de regulaciones específicas para el reúso, con énfasis en:

Calidad

Seguridad

Gestión de riesgos

Diversificación de usos

 El reúso de aguas residuales podría satisfacer hasta el 30% de la demanda hídrica en zonas de escasez

Principios fundamentales del reúso



Prevención y desarrollo sostenible

Minimizar el impacto ambiental y maximizar la eficiencia del recurso hídrico, integrando el reúso en la gestión responsable del agua.



Calidad y seguridad

Las aguas residuales deben cumplir estándares mínimos de calidad según el uso final (agricultura, minería, consumo humano) para proteger la salud pública y el medio ambiente.



Tratamiento adecuado

El grado de tratamiento depende del destino del agua. Para usos agrícolas e industriales, tratamiento secundario o terciario; para consumo humano, tratamiento avanzado (osmosis inversa).



Gestión de riesgos

Evaluar y mitigar riesgos sanitarios y ambientales, especialmente en agricultura y consumo humano, siguiendo guías como las de OMS.



Aprovechamiento integral

El reúso no solo aporta agua adicional, sino que reduce la carga contaminante en cuerpos receptores y promueve la economía circular de las aguas.



Integración de principios

Sostenibilidad Protección sanitaria

Innovación Economía circular

“ Los principios del reúso deben adaptarse a cada contexto y uso final, siempre priorizando la salud pública y el medio ambiente ”

Aplicaciones del reúso por sectores

Agricultura

- Riego de cultivos no destinados al consumo directo
- Irrigación de áreas verdes y paisajismo
- Producción forestal y viveros
- Acuicultura controlada
- Adaptación de calidad según tipo de cultivo

 *Principal destino del agua reutilizada a nivel mundial*

Minería

- Procesos industriales y metalúrgicos
- Control de polvo en caminos y faenas
- Transporte de relaves y concentrados
- Lavado de equipos y maquinaria
- Reducción del consumo de agua fresca

 *Contribuye a la ecoeficiencia en zonas mineras con estrés hídrico*

Consumo Humano

- Potabilización directa (tras tratamiento avanzado)
- Potabilización indirecta (recarga de acuíferos)
- Tratamiento ultra-avanzado y monitoreo continuo
- Sistemas de distribución de agua con doble red

 *Requiere máximos estándares de calidad y aceptación social*

Otros Usos

- Riego de zonas recreativas (campos deportivos, parques)
- Limpieza urbana y lavado de calles
- Refrigeración industrial y sistemas contra incendios
- Recarga de humedales y caudales ecológicos
- Usos ornamentales (fuentes, estanques decorativos)

 *Adaptación a cada uso con foco en minimizar riesgos sanitarios*

 El reúso de aguas residuales debe adaptarse a las necesidades específicas de cada sector y sus requisitos de calidad

Niveles de tratamiento según uso

▼ Tratamiento Primario

Elimina sólidos suspendidos y materia orgánica mediante procesos físicos.

No recomendado para reúso directo.

🏠 Tratamiento Secundario

Elimina materia orgánica disuelta mediante procesos biológicos.

Aplicaciones:

- Riego agrícola de cultivos procesados
- Procesos industriales no alimentarios
- Control de polvo en minería
- Limpieza urbana y riego de zonas verdes con acceso restringido

🌱 Tratamiento Terciario

Elimina nutrientes y patógenos residuales mediante procesos físico-químicos.

Aplicaciones:

- Riego agrícola de cultivos de consumo directo
- Procesos industriales de mayor exigencia
- Recreación con contacto indirecto
- Acuicultura

💧 Tratamiento Avanzado

Elimina contaminantes traza y microcontaminantes mediante tecnologías especializadas.

Tecnologías principales:

- Ósmosis inversa
- Oxidación avanzada
- Ultrafiltración
- Desinfección UV intensiva
- Carbón activado

Aplicaciones:

- Reúso potable indirecto (recarga de acuíferos)
- Reúso potable directo (previo múltiples barreras)
- Procesos industriales de alta precisión

📌 A mayor nivel de tratamiento, menor riesgo sanitario y ambiental

Normas de calidad internacional

Chile

- No existe normativa específica para reúso de aguas residuales tratadas
- Decreto 90: norma de emisión, no de reúso
- Ley N° 21.075 (aguas grises): cubre solo el 30% de aguas disponibles
- NCh 1.333: requisitos generales de calidad para diferentes usos
- Proyecto Boletín N° 15.690-33: busca regular el reúso en sectores como agricultura y minería

Australia

- Regulación a nivel estatal y territorial
- Directrices australianas para el reciclaje de agua (fases 2006 y 2008)
- Parte de la Estrategia Nacional de Gestión de la Calidad del Agua
- Usos: agricultura, industria, recreación, medio ambiente
- Fase 2 incluye referencia para consumo humano (en proceso de aceptación)
- Variación entre Estados: NSW (riego subterráneo), Tasmania (tratamiento obligatorio)

España

- Real Decreto N°1620/2007: establece régimen jurídico para reutilización
- Reglamento UE 2020/741 (vigente desde junio 2023): requisitos mínimos de calidad para riego agrícola
- Define usos permitidos: urbanos, agrarios, industriales, recreativos y ambientales
- Sistema de concesiones administrativas según uso final
- Parámetros específicos por tipo de uso con énfasis en protección sanitaria

Israel

- Ley de Agua de 1959: marco legal principal
- 95% de aguas residuales tratadas; 86% reutilizadas
- Regulación a cargo de tres ministerios: Salud, Agua, Protección Ambiental
- Estrictos estándares para uso agrícola basados en guías OMS
- Límites específicos para contaminantes: bacterias, virus, metales pesados
- Principal uso: irrigación agrícola, parques públicos y caudales ecológicos

Experiencia regulatoria: Chile

📄 Ley 21.075 (2018)

- Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises
- Establece requisitos sanitarios, técnicos y administrativos para sistemas de reúso
- Fiscalización a cargo del Ministerio de Salud y Secretarías Regionales
- Define aguas grises como aquellas procedentes de:

Duchas

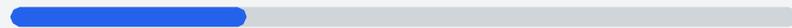
Lavamanos

Lavadoras

📈 Potencial de aprovechamiento

Aguas grises

~30%



Las aguas grises representan menos del 30% del total disponible para reúso

🚫 Limitaciones actuales

- Reúso limitado exclusivamente al interior de la propiedad donde se generan
- No regula aguas residuales industriales o urbanas a gran escala
- El Decreto 90 es una norma de emisión y no de reúso
- No existe normativa específica para usos como agricultura o minería

📋 Desafíos pendientes

- Desarrollo de marco regulatorio específico para reúso de aguas residuales a gran escala
- Boletín N° 15.690-33 (proyecto de ley) busca regular y fomentar sistemas de tratamiento y reutilización
- Definir claramente la propiedad de las aguas residuales tratadas
- Establecer estándares de calidad específicos según uso final (agricultura, minería, etc.)

📌 A diferencia de otros países, Chile aún se encuentra en etapas iniciales de desarrollo regulatorio para el reúso de aguas residuales

Experiencia regulatoria: Australia

Directrices nacionales

Directrices australianas para el reciclaje de agua:

- Fase 1 (2006): Usos agrícolas e industriales
- Fase 2 (2008): Potabilización y recarga de acuíferos
- Parte de la Estrategia Nacional de Gestión de la Calidad del Agua
- Enfoque en evaluación y gestión de riesgos

Variaciones estatales

Nueva Gales del Sur

Aguas grises no tratadas solo para riego subterráneo

Tasmania

Todo reúso requiere tratamiento previo obligatorio

Victoria

Sistemas in situ para propiedades sin alcantarillado

Australia Occidental

Enfoque en grandes proyectos de desalinización y reúso

Redes duales

Sistema de distribución separada de agua potable y agua regenerada:

- Sídney: Rosehill y Camellia (industrial)
- Melbourne: Esquema para hogares en suburbios nuevos
- Adelaide: Sistema de "Purple Pipes" para irrigación

● Agua potable ● Agua regenerada

Gestión de riesgos y monitoreo

- Evaluación preventiva con múltiples barreras
- Monitoreo continuo de parámetros físicos, químicos y microbiológicos
- Sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control)
- Planes de gestión de incidentes y respuesta a emergencias

Proyectos con requisitos específicos de calidad según destino final del agua

Australia implementa un enfoque flexible y adaptativo, promoviendo la innovación en gestión hídrica y reúso



Experiencia regulatoria: Estados Unidos

Regulación descentralizada

- No existe un marco federal único para el reúso de aguas
- Cada Estado establece sus propias normas y requisitos
- EPA emite solo directrices generales, no vinculantes
- Gran heterogeneidad

California: líder en regulación

Título 22 del Código de Regulaciones:

- Estándares estrictos para riego agrícola
- Regulación para recarga de acuíferos
- Desde 2023: reúso potable directo permitido

 Pionero mundial en permitir la incorporación de aguas residuales tratadas directamente al sistema de agua potable

Arizona: regulación flexible

- Normativa menos estricta que California
- Permite recolección separada de aguas grises
- Promueve innovación en tecnologías de reúso
- Enfoque adaptado a zonas áridas y semiáridas
- Facilita la adopción de sistemas residenciales

Proyectos pioneros

Orange County (CA)

Sistema de Recarga de Aguas Subterráneas más grande del mundo: 380.000 m³/día

Pure Water So-Cal

Proyecto de expansión del reúso potable directo a escala regional

Tucson (AZ)

Recarga de acuíferos con agua recuperada para uso comunitario

Las Vegas (NV)

Sistema de retorno de aguas tratadas al Lago Mead, origen del suministro

 EE.UU. reutiliza menos del 10% de sus aguas residuales, con California liderando al reutilizar cerca del 25%

Experiencia regulatoria: España e Israel

ES España

-  **Real Decreto 1620/2007**
Establece el régimen jurídico para la reutilización del agua y define el concepto de agua regenerada.
-  **Reglamento UE 2020/741**
Vigente desde junio 2023, establece requisitos mínimos de calidad para riego agrícola y protección sanitaria.
-  **Sistema de concesiones**
Títulos de propiedad sobre agua regenerada según el uso previsto mediante concesión administrativa.

 Usos permitidos definidos por categoría:

Urbano Agrario Industrial Recreativo Ambiental

IL Israel

-  **Ley de Agua de 1959**
Establece que todos los recursos hídricos son de propiedad pública y gestionados por el Estado
-  **Gestión multisectorial**
Regulación a cargo del Ministerio de Salud, Autoridad del Agua y Ministerio de Protección Ambiental
-  **Estándares estrictos**
Basados en las guías de calidad de agua para riego agrícola de la OMS, con límites para contaminantes

 Líder mundial en reúso

95%

Aguas residuales tratadas

86%

Aguas reutilizadas



Uso principalmente agrícola

 **Análisis comparativo:** España enfoca la regulación en concesiones administrativas para el agua regenerada, mientras Israel destaca por la gestión centralizada estatal y el alto porcentaje de reúso efectivo.

Propiedad de las aguas residuales

California (EE.UU.)

Código de Aguas, sección 1210: El propietario de la planta de tratamiento posee el derecho exclusivo sobre las aguas residuales tratadas, incluso frente a quien suministró originalmente el agua.

España

Real Decreto 1620/2007: Establece un régimen de concesiones administrativas para agua regenerada. La propiedad se determina mediante títulos según uso previsto, sin especificar propiedad previa del agua residual.

Israel

Ley de Agua de 1959: Todos los recursos hídricos, incluyendo aguas residuales tratadas, son de propiedad pública y están gestionados por el Estado. Enfoque centralizado con gestión estatal.

Australia (Victoria)

Modelo descentralizado: En zonas sin alcantarillado, existen sistemas independientes en propiedades privadas. La gestión está supervisada por autoridades ambientales y gobiernos locales.

Implicancias legales

- 1 Incentivos para inversión: La claridad sobre la propiedad determina quién puede invertir y obtener beneficios del reúso
- 2 Desarrollo de proyectos: Los modelos centralizados (Israel) facilitan planificación estratégica; los privados (California) impulsan innovación
- 3 Responsabilidad y riesgos: La propiedad define quién asume responsabilidades por calidad y seguridad
- 4 Valor económico: El reconocimiento legal del agua residual como recurso influye en el precio y mercado del agua regenerada

Tendencia global

Evolución hacia modelos que reconocen explícitamente la propiedad de aguas residuales tratadas, pero que incluyen salvaguardas para el interés público y acceso equitativo al recurso.

Conclusiones y desafíos

Importancia para la sostenibilidad hídrica

- ✓ Alternativa clave ante la escasez hídrica global y cambio climático
- ✓ Reduce presión sobre fuentes convencionales de agua
- ✓ Promueve economía circular y uso eficiente del recurso
- ✓ Contribuye a la seguridad alimentaria e hídrica

Desafíos persistentes

- ✗ Regulatorios: Marcos normativos incompletos o inconsistentes
- ✗ Técnicos: Costos de tratamiento y tecnología avanzada
- ✗ Sociales: Resistencia pública al reúso, especialmente para consumo
- ✗ Propiedad: Falta de claridad sobre derechos del agua tratada

Recomendaciones

- Fortalecer marcos regulatorios claros y específicos
- Promover avances tecnológicos y reducción de costos
- Impulsar proyectos piloto y demostraciones públicas
- Establecer mecanismos de cooperación internacional
- Asegurar monitoreo riguroso y transparente

“ *El reúso de aguas residuales no es solo una alternativa, sino una necesidad estratégica para garantizar la seguridad hídrica futura”*



Experiencia internacional compartida



El avance hacia marcos regulatorios integrados y la promoción de la aceptación social son claves para el éxito del reúso de aguas residuales