

Economía Circular en el Ciclo del Agua, desafíos y oportunidades

Dra. Carolina Reyes Contreras

carolina.reyes@uoh.cl

Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales– ICA3

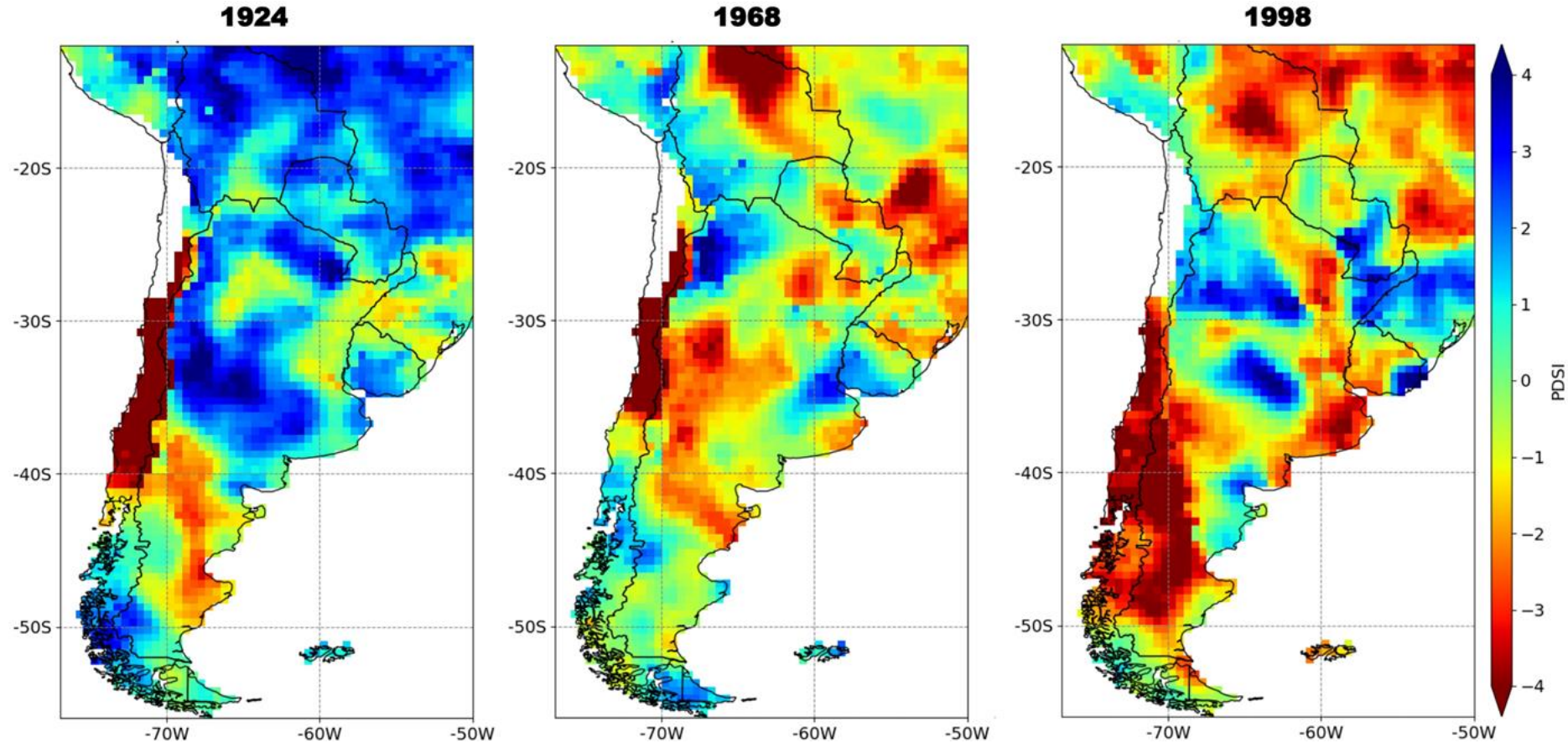
Universidad de O'Higgins

Recursos Hídricos



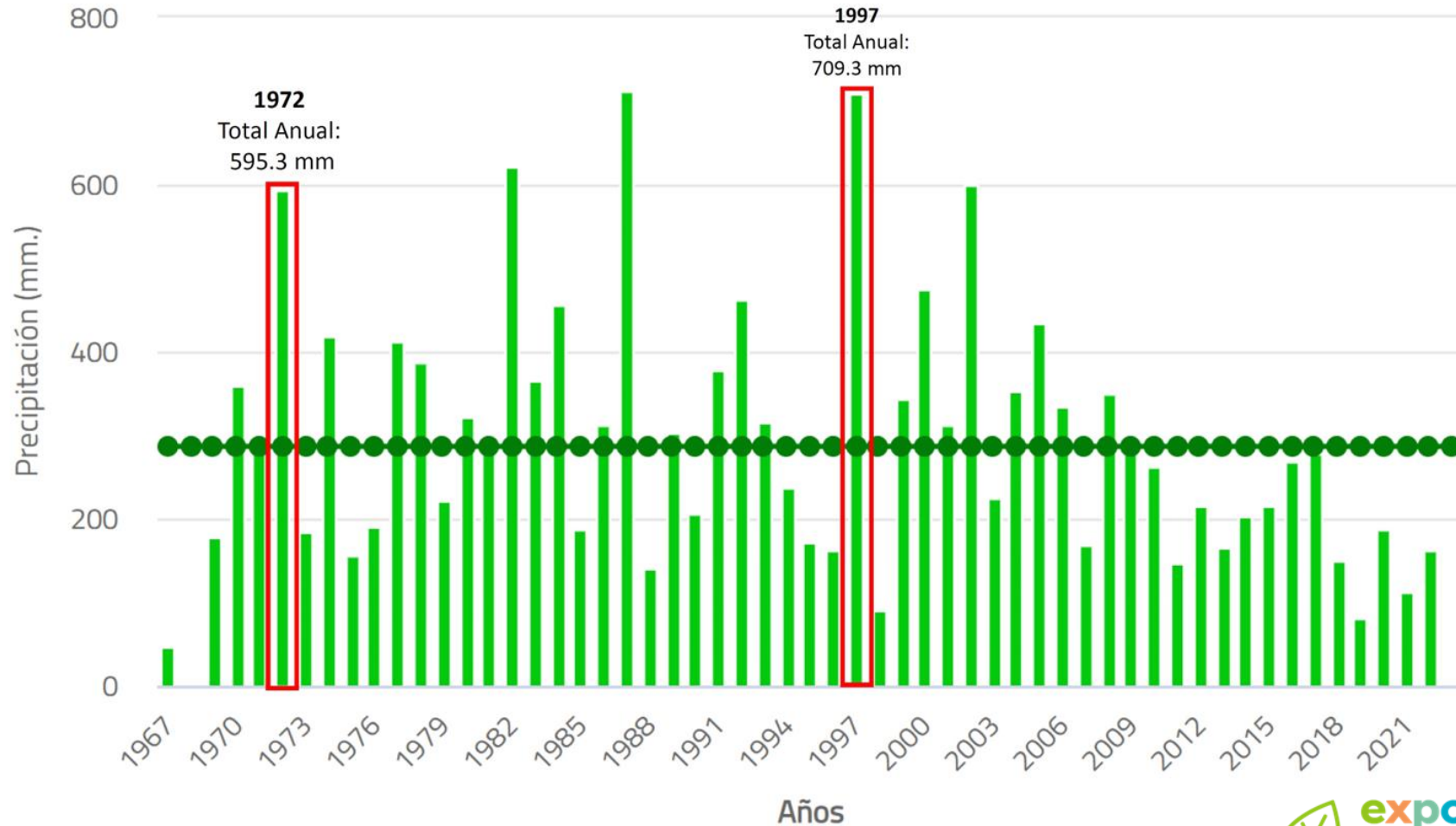
Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Crisis Climática – Recursos Hídricos



Fuente: www.cr2.cl

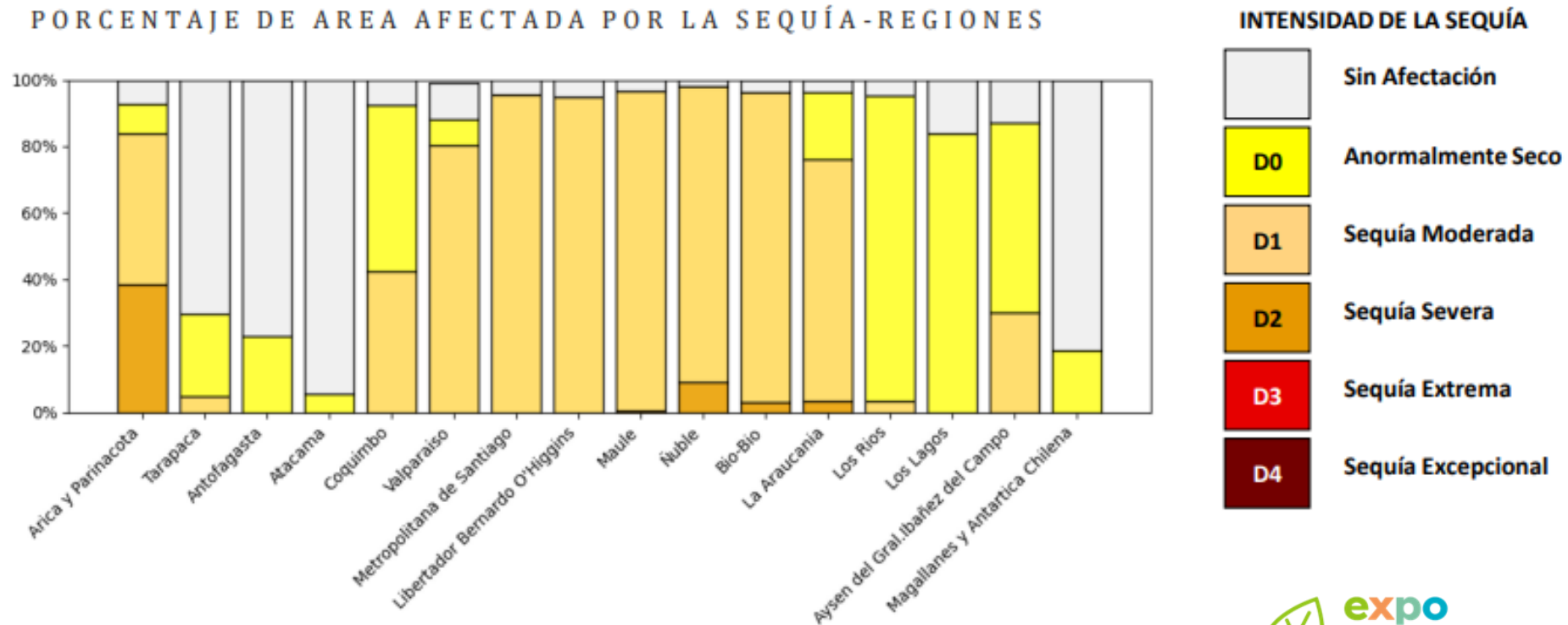
Crisis Climática – Recursos Hídricos



Fuente: www.cr2.cl

Crisis Climática – Recursos Hídricos

- Abril 2023 – Déficit de precipitaciones **50 – 100%**
- Se observa sequía moderada (D1) entre las regiones de Coquimbo a La Araucanía



Fuente: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/publicaciones/documentoPdf/boletinSequia/boletinSequia202305.pdf>

AGRICULTURA

Agente proveedor de alimentos
y fuente de trabajo



Pilar estratégico para el desarrollo
del país



CONSUMIDOR

DESAFIOS

CAMBIO CLIMÁTICO



AGRICULTURA

PROBLEMÁTICAS

ESCASEZ de AGUA

CALIDAD del AGUA DISPONIBLE

DISPONIBILIDAD de AGUA

VS

DESAFÍOS

INVERSIÓN en INFRAESTRUCTURA

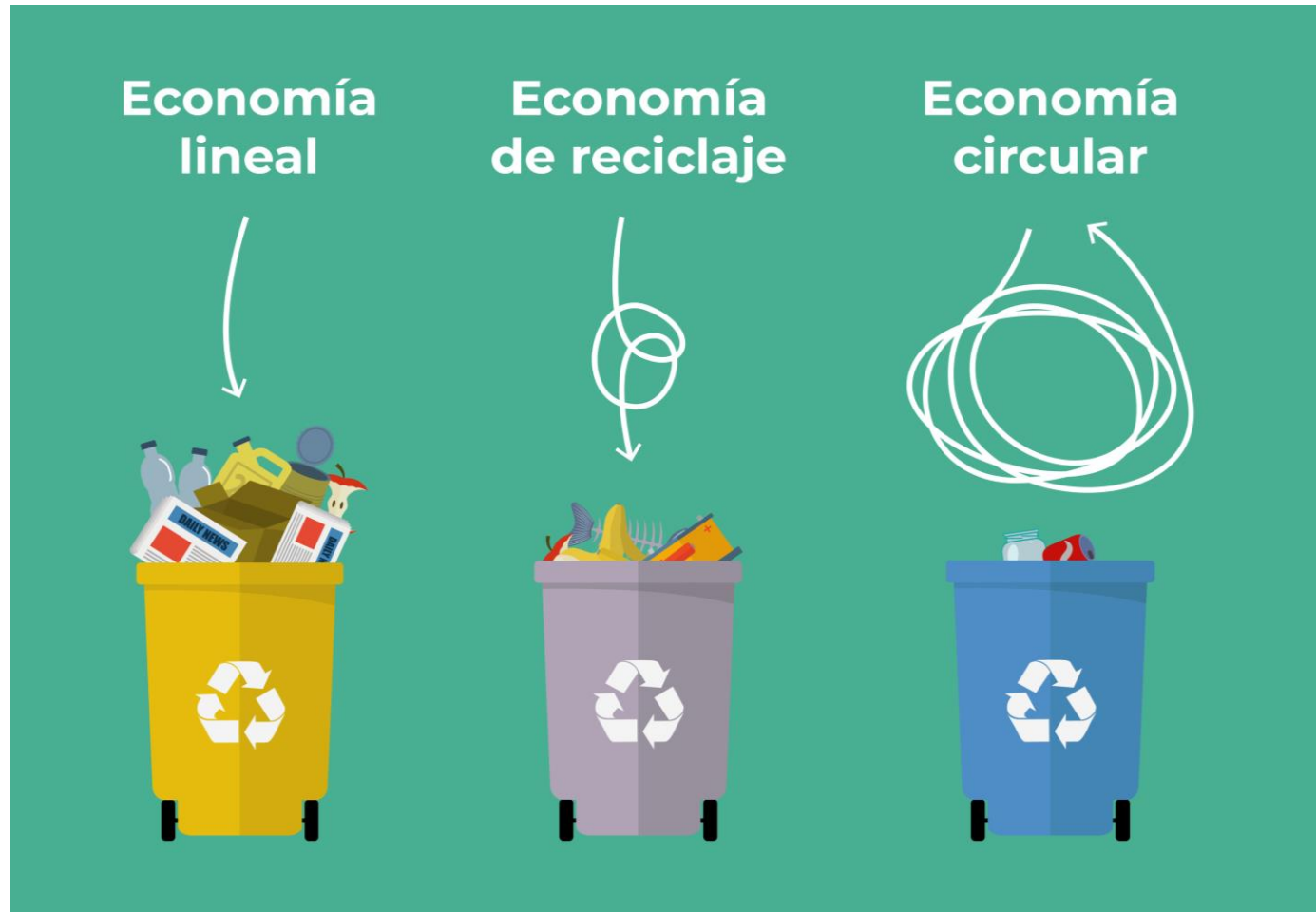
GESTIÓN del RIEGO

GESTIÓN de AGUAS SUBTERRANEAS

GENÉTICA de CULTIVOS

CÓDIGO de AGUAS

Economía: lineal vs circular

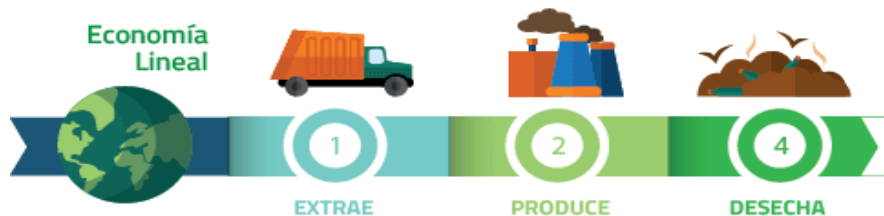


¿Qué es la Economía Circular?

Es un modelo de diseño, producción y consumo que hace posible que los recursos sigan generando valor a través del tiempo, reduciendo los residuos al mínimo y su impacto sobre los ecosistemas.



CICLO DEL AGUA URBANO - RURAL



AGUAS SERVIDAS
RESIDUO → **RECURSO**



CICLO DEL AGUA URBANO - RURAL



REÚSO DE AGUA – Una Alternativa en Desarrollo



BENEFICIOS

DISPONIBILIDAD DE AGUA,
NUTRIENTES Y MATERIA ORGÁNICA

SEGURIDAD ALIMENTARIA

TRATAMIENTOS DE AGUA DE BAJO
COSTE

REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y
DEMANDA DE AGUA DULCE

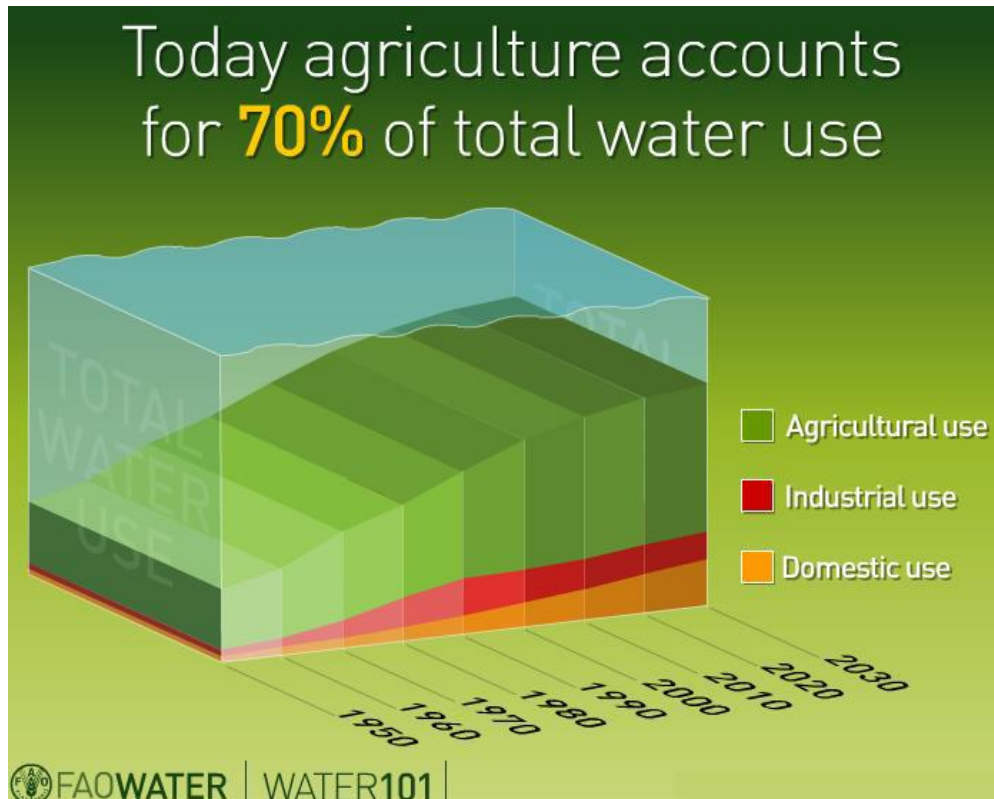
DESAFÍOS

INFRAESTRUCTURA

EFFECTO SOBRE LOS ECOSISTEMAS

SALUD HUMANA

EFICIENCIA DE LOS SISTEMAS DE
TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS



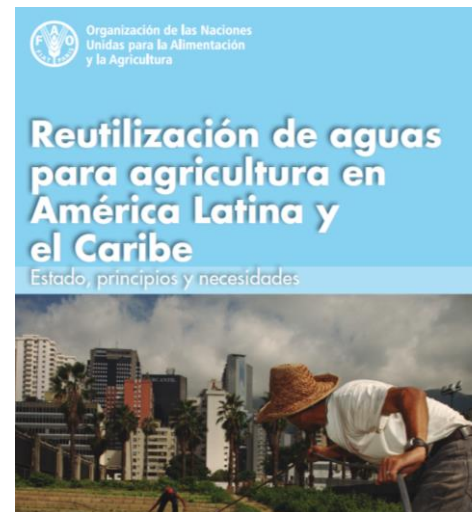
www.fao.org



Estudio de Soluciones Sanitarias para el Sector Rural

Unidad de Saneamiento Sanitario 2018

SUBDERE, 2018

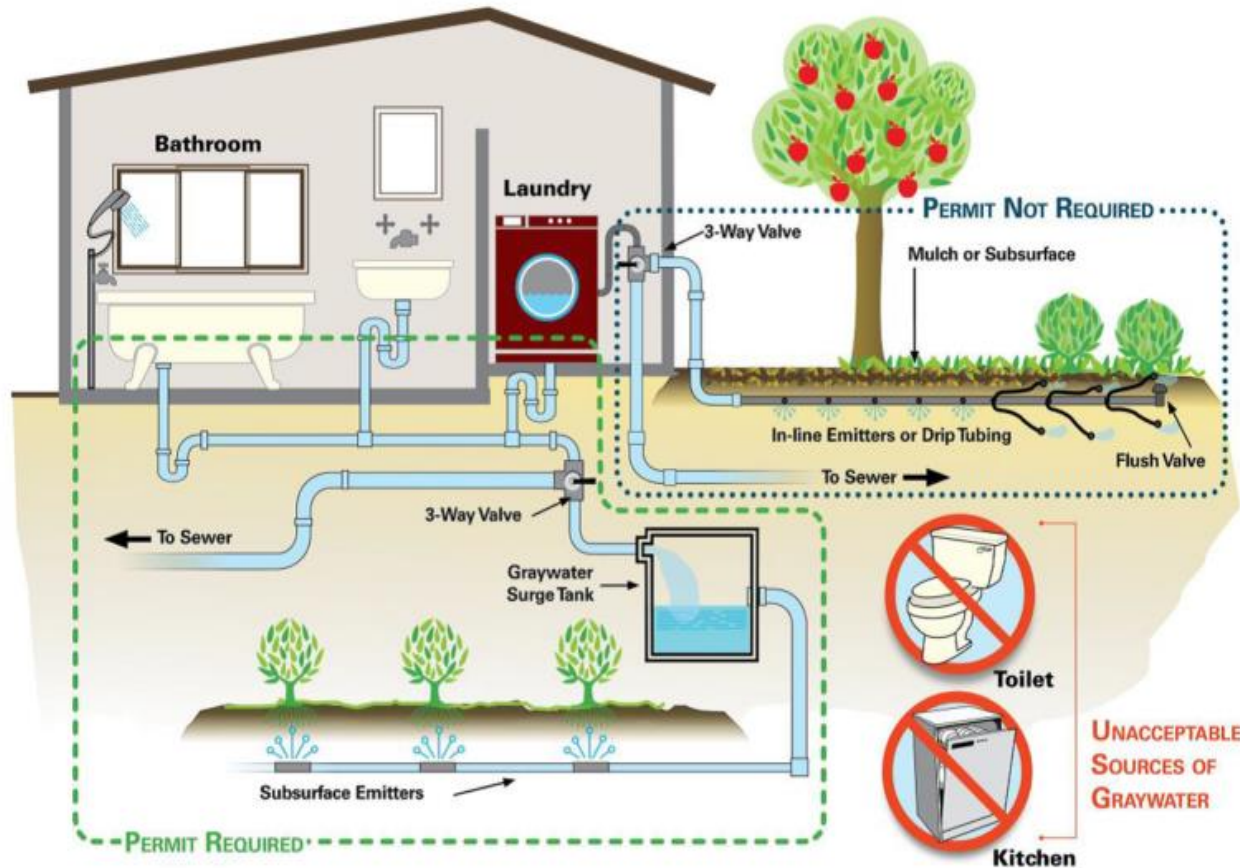


¿ QUE AGUAS PODEMOS REUTILIZAR?

| | | |
|------------------------------------|---|---|
| RAINWATER | From rain or snow collected directly from roof surfaces |  |
| STORMWATER | From rain or snow that falls on and runs off the land |  |
| GRAYWATER | From showers, bathroom sinks, and washing machines |  |
| WASTEWATER | From toilets & kitchen sinks in homes and businesses. Usually includes gray water and can include industrial water. |  |
| Industrial & Commercial | From building foundation collection systems, food processing, and other industrial sources. |  |

Sources & Attributions: Adapted from Minnesota Dept. Of Health. IAN Image Library
<http://icons.iconarchive.com> (Rainwater), <http://moziru.com> (Stormwater),
<http://icons.iconarchive.com> (gray, wastewater, industry)

SAMPLE RESIDENTIAL GRAYWATER SYSTEMS



<https://catchingh2o.com/city-san-diego-greywater-rebates/>

LEY 21075 – “REGULA LA RECOLECCIÓN, REUTILIZACIÓN Y DISPOSICIÓN DE AGUAS GRISES”

Artículo 2.- Para los efectos de lo previsto en esta ley se entenderá por:

a) **Aguas grises:** aguas servidas domésticas residuales provenientes de las tinajas de baño, duchas, lavaderos, lavatorios y otros, excluyendo las aguas negras.

c) **Aguas negras:** aguas residuales que contienen excretas.

e) **Aguas servidas domésticas:** aguas residuales que contienen los desechos de una edificación, compuestas por aguas grises y aguas negras.

LEY 21075 – “REGULA LA RECOLECCIÓN, REUTILIZACIÓN Y DISPOSICIÓN DE AGUAS GRISES”

Artículo 2.- Para los efectos de lo previsto en esta ley se entenderá por:

h) **Planta de tratamiento de aguas grises:** instalaciones y equipamiento destinados al proceso de depuración de éstas, con el objeto de alcanzar los estándares exigidos para su reutilización

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

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

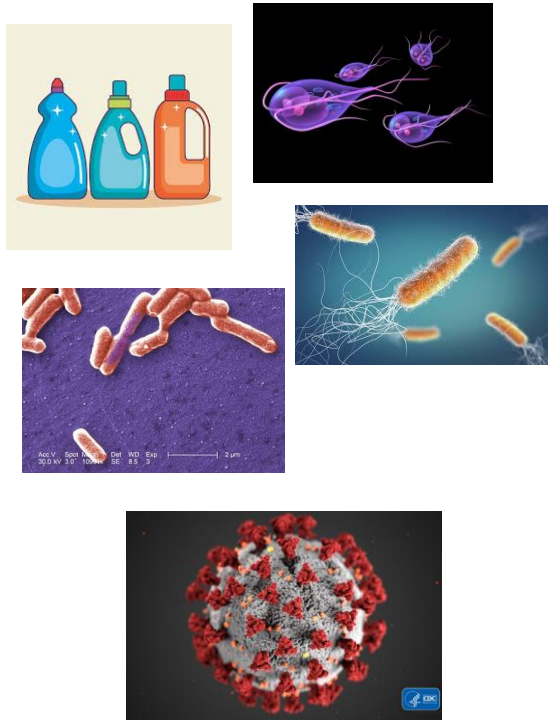
LEY 21075 – “REGULA LA RECOLECCIÓN, REUTILIZACIÓN Y DISPOSICIÓN DE AGUAS GRISES”

Artículo 8.- El reglamento establecerá el destino que podrá darse a las aguas grises tratadas, los que podrán ser:

- 1.- **Urbanos:** En esta categoría se incluyen el riego de jardines o descarga de aparatos sanitarios.
- 2.- **Recreativos:** Esta categoría incluye el riego de áreas verdes públicas, campos deportivos u otros con libre acceso al público.
- 3.- **Ornamentales:** En esta categoría se incluyen las áreas verdes y jardines ornamentales sin acceso al público.
- 4.- **Industriales:** Incluye el uso en todo tipo de procesos industriales no destinados a productos alimenticios y fines de refrigeración no evaporativos.
- 5.- **Ambientales:** Incluye el riego de especies reforestadas, la mantención de humedales y todo otro uso que contribuya a la conservación y sustentabilidad ambiental.

AGUAS GRISES – Características

LAVADORA



?????

Gros et al. (2005)

¿QUÉ CONTIENEN?

The characteristics of grey water by different categories.

| | Bathroom | Laundry | Kitchen | Mixed |
|--------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| pH (–) | 6.4–8.1 | 7.1–10 | 5.9–7.4 | 6.3–8.1, |
| TSS (mg/l) | 7–505 | 68 – 465 | 134–1300 | 25–183 |
| Turbidity (NTU) | 44–375 | 50 – 444 | 298.0 | 29–375 |
| COD (mg/l) | 100–633 | 231 – 2950 | 26–2050 | 100–700 |
| BOD (mg/l) | 50–300 | 48 – 472 | 536–1460 | 47–466 |
| TN (mg/l) | 3.6–19.4 | 1.1 – 40.3 | 11.4–74 | 1.7–34.3 |
| TP (mg/l) | 0.11– >48.8 | ND – >171 | 2.9– >74 | 0.11–22.8 |
| Total coliforms (CFU/100 ml) | 10–2.4 × 10 ⁷ | 200.5–7 × 10 ⁵ | >2.4 × 10 ⁸ | 56–8.03 × 10 ⁷ |
| Faecal coliforms (CFU/ 100 ml) | 0–3.4 × 10 ⁵ | 50–1.4 × 10 ³ | – | 0.1–1.5 × 10 ⁸ |

Li et al. (2009)

LAVAMANOS



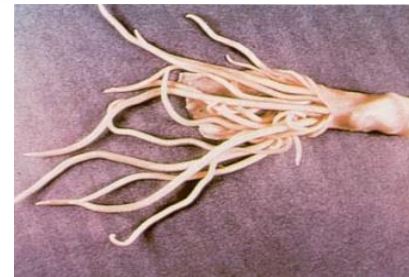
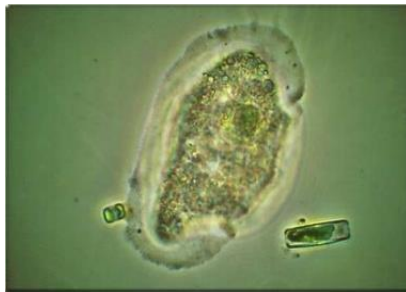
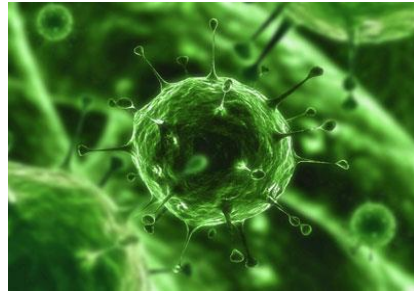
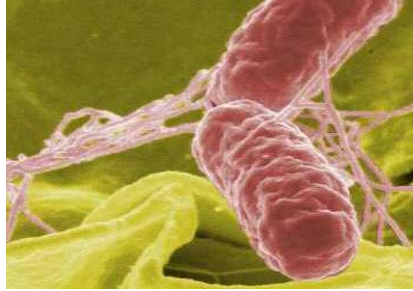
Ziemba et al. (2018)

¿QUÉ ENTENDEMOS POR AGUAS SERVIDAS?



Fuente: Araya et al. 2014

AGUAS SERVIDAS – Calidad del Agua



MARCO LEGAL

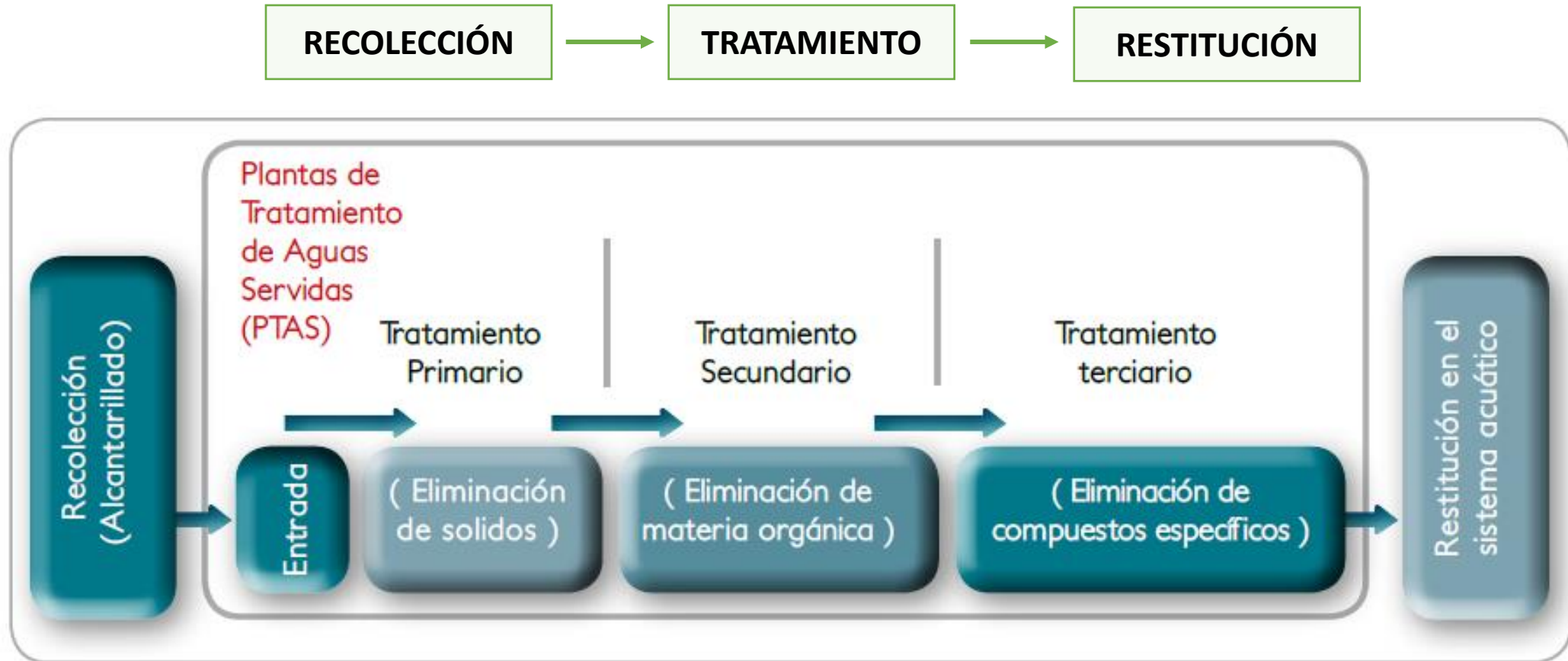
- DS 46/2002 - Norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas
- DS 90/2000 - Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales
- Norma NCh 409 Agua Potable – Parte 1: Requisitos de Calidad
- Norma NCh 1333 – 78; Criterios de Calidad de Agua para diferentes Usos

- Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywaters WHO–UNEP–FAO 2060
- Wastewater Reclamation and Reuse. Selected Articles I. Israel, Ministry of Foreign Affairs and Ministry of Agriculture and Rural Development. 1999
- Guidelines for Water Reuse EPA/2012

MARCO LEGAL

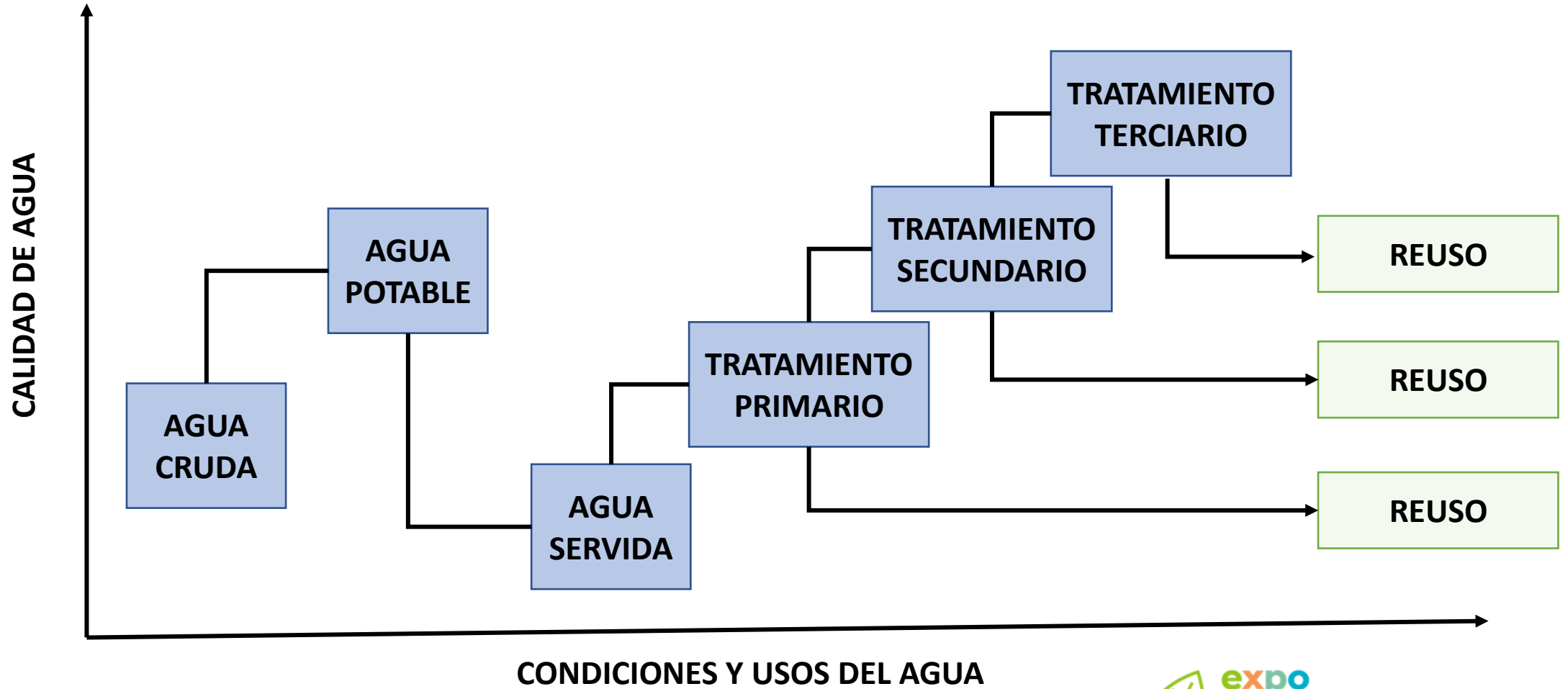
| | |
|--------------------|---|
| prNCh 3452 | Reúso de aguas residuales tratadas para riego – Directrices para la adaptación de sistemas y prácticas de riego a aguas residuales tratadas |
| prNCh3456/1 | Directrices para el uso de aguas residuales tratadas para proyectos de riego – Parte 1: La base de un proyecto de reúso para riego |
| prNCh3456/2 | Directrices para el uso de aguas residuales tratadas para proyectos de riego – Parte 2: Desarrollo del proyecto |
| prNCh3456/3 | Directrices para el uso de aguas residuales tratadas para proyectos de riego – Parte 3: Componentes de un proyecto de reúso para riego |
| prNCh3456/4 | Directrices para el uso de aguas residuales tratadas para proyectos de riego – Parte 4: Seguimiento |
| prNCh3461 | Proceso de detección de eventos – Directrices para servicios de agua y aguas residuales |
| prNCh3462/1 | Reúso de agua en zonas urbanas – Directrices para un sistema centralizado de reúso de agua – Parte 1: Principio de diseño de un sistema centralizado de reúso de agua |
| prNCh3462/2 | Reúso de agua en zonas urbanas – Directrices para un sistema centralizado de reúso de agua – Parte 2: Gestión de un sistema centralizado de reúso del agua |
| prNCh3482 | Directrices para la evaluación de los riesgos de salud para el reúso de agua no potable |
| prNCh3483 | Directrices para la clasificación del grado de calidad del agua para el reúso de agua |

TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS



Fuente: Araya et al. 2014

TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS vs CALIDAD



Economía Circular – Agua para Consumo



2030
¿?

AGRADECIMIENTOS

