

# Oportunidades de la economía circular en el tratamiento de aguas residuales en América Latina y el Caribe

Silvia Saravia Matus  
Marina Gil Sevilla  
Diego Fernández  
Alfredo Montañez  
Elisa Blanco  
Lisbeth Naranjo  
Alba Llavona  
Natalia Sarmanto



NACIONES UNIDAS

CEPAL

# Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

**Deseo registrarme**



NACIONES UNIDAS



[www.cepal.org/es/publications](http://www.cepal.org/es/publications)



[www.instagram.com/publicacionesdelacepal](https://www.instagram.com/publicacionesdelacepal)



[www.facebook.com/publicacionesdelacepal](https://www.facebook.com/publicacionesdelacepal)



[www.issuu.com/publicacionescepal/stacks](http://www.issuu.com/publicacionescepal/stacks)



[www.cepal.org/es/publicaciones/apps](http://www.cepal.org/es/publicaciones/apps)

SERIE

**RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO**

**213**

# Oportunidades de la economía circular en el tratamiento de aguas residuales en América Latina y el Caribe

Silvia Saravia Matus

Marina Gil Sevilla

Diego Fernández

Alfredo Montañez

Elisa Blanco

Lisbeth Naranjo

Alba Llavona

Natalia Sarmanto



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Este documento fue preparado por Silvia Saravia Matus, Oficial de Asuntos Económicos, Marina Gil Sevilla, Asistente Superior de Investigación, ambas de la Unidad de Agua y Energía de la División de Recursos Naturales de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), y Diego Fernández, Alfredo Montañez, Elisa Blanco, Lisbeth Naranjo, Alba Llavona y Natalia Sarmanto, Consultores de la misma Unidad. Los autores agradecen los comentarios de Laura Martínez Botia.

El financiamiento para la preparación de este material fue posible a través del proyecto "Potable water, sanitation and renewable energies to improve the health conditions of the population and promote productive uses in the most lagging behind municipalities of the countries of the northern subregion of Latin America and the Caribbean" (PDF-SDG-2021-07), liderado por la CEPAL y financiado por el subfondo para la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible del fondo fiduciario de las Naciones Unidas para la paz y el desarrollo.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Publicación de las Naciones Unidas  
ISSN: 2664-4541 (versión electrónica)  
ISSN: 2664-4525 (versión impresa)  
LC/TS.2022/193  
Distribución: L  
Copyright © Naciones Unidas, 2022  
Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago  
S.22-00923

Esta publicación debe citarse como: S. Saravia Matus y otros, "Oportunidades de la economía circular en el tratamiento de aguas residuales en América Latina y el Caribe", *serie Recursos Naturales y Desarrollo*, N° 213 (LC/TS.2022/193), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

# Índice

Resumen.....	7
Introducción .....	9
<b>I. La problemática de las aguas residuales en América Latina y el Caribe (ALC) .....</b>	<b>11</b>
A. El tratamiento de aguas residuales en ALC: situación.....	11
B. Metas y acuerdos para el avance en el tratamiento de aguas residuales en ALC.....	14
<b>II. De residuo a recursos: oportunidades de la economía circular en el tratamiento de aguas residuales municipales .....</b>	<b>17</b>
A. Alcance de la Economía Circular .....	18
1. Economía circular y desarrollo sostenible.....	20
2. Economía circular y agua .....	21
B. Potencial tecnológico de la economía circular en el tratamiento de aguas residuales.....	21
1. Reúso de las aguas.....	22
2. Generación de energía .....	23
3. Extracción de nutrientes .....	26
C. Beneficios esperados .....	27
1. Beneficios económicos directos .....	28
2. Ambientales.....	29
3. Sociales .....	30
D. Principales hallazgos.....	31
<b>III. Potencial de aprovechamiento del metano para la generación de energía en las PTAR de América Latina y el Caribe .....</b>	<b>33</b>
A. Caracterización de PTAR en países selectos de la región .....	34
B. Selección de PTAR para el desarrollo del análisis .....	40

C.	Metodología y parámetros empleados en la estimación de emisiones de metano según tipo de tecnología .....	42
D.	Estimación de emisiones de metano en las PTAR objetivo de los países seleccionados en un escenario base .....	45
E.	Estimación de emisiones de metano en las PTAR objetivo de los países seleccionados en un escenario modificado .....	47
<b>IV.</b>	<b>Estimación de los costos y beneficios derivados del aprovechamiento del metano —emitido en las PTAR objetivo— para la cogeneración de energía</b> .....	<b>51</b>
A.	Costos de inversión para el aprovechamiento de metano en la generación de energía en las PTAR objetivo.....	51
B.	Beneficios económicos.....	54
C.	Beneficios ambientales .....	59
D.	Beneficios macroeconómicos y sociales .....	61
<b>V.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>65</b>
A.	Hallazgos y recomendaciones para la adopción de una política y plan de aprovechamiento del metano de PTAR en países de América Latina y el Caribe.....	65
B.	Aporte a la recuperación económica transformadora de la región .....	67
	<b>Bibliografía</b> .....	<b>69</b>
	<b>Anexos</b> .....	<b>75</b>
	Anexo 1 .....	76
	Anexo 2 .....	85
	Anexo 3 .....	89
	Serie Recursos Naturales y Desarrollo: números publicados .....	97
	<b>Cuadros</b>	
Cuadro 1	Resumen de propuestas relacionadas con el tratamiento de aguas residuales de las NDC en ALC por país.....	15
Cuadro 2	Caracterización de los países seleccionados para el análisis .....	35
Cuadro 3	Estadísticas básicas de las PTAR existentes en los cinco países seleccionados.....	36
Cuadro 4	Número de PTAR (con capacidades entre 500 l/s – 4.000 l/s) en los países analizados.....	40
Cuadro 5	Clasificación de las PTAR (con capacidades entre 500 l/s – 4.000 l/s) según la tecnología empleada.....	41
Cuadro 6	Parámetros generales para la estimación del metano emitido en el tratamiento de las aguas residuales.....	44
Cuadro 7	Parámetros para la estimación del metano emitido en el tratamiento de las aguas residuales a partir de tecnologías anaerobias y anaerobias-aerobias.....	44
Cuadro 8	Emisiones de metano estimadas en el tratamiento de las aguas residuales domésticas en las PTAR objetivo .....	46
Cuadro 9	Emisiones de metano estimadas en cada país, producto del tratamiento de las aguas residuales domésticas en las PTAR objetivo .....	47
Cuadro 10	Emisiones de metano y potencial energético estimado, derivado del tratamiento de las aguas residuales domésticas en las PTAR objetivo .....	48
Cuadro 11	Emisiones de metano y potencial energético estimado en cada país, producto del tratamiento de las aguas residuales domésticas en las PTAR objetivo .....	49
Cuadro 12	Inversiones necesarias para aprovechar el metano generable en las PTAR objetivo .....	52

Cuadro 13	Costo de Inversión estimado para el aprovechamiento del metano generable en las PTAR objetivo, por tecnología .....	53
Cuadro 14	Costo de Inversión estimado para el aprovechamiento del metano generable en las PTAR objetivo, por país .....	53
Cuadro 15	Precios de energía eléctrica para el sector industrial en el segundo trimestre de 2019 .....	55
Cuadro 16	Evaluación financiera del aprovechamiento de metano en las PTAR objetivo.....	55
Cuadro 17	Reducción de emisiones después de la realización de inversiones en la captación y el aprovechamiento del metano en las PTAR objetivo .....	60
Cuadro 18	Impacto de las inversiones sobre el PIB, el valor agregado y el empleo, por país.....	62
Cuadro A1	Resumen de las tecnologías empleadas en el tratamiento de aguas residuales en ALC.....	82
Cuadro A2	Clasificación de las PTAR contenidas en la base de datos según la tecnología empleada.....	83
Cuadro A3	Inversiones necesarias para aprovechar el metano generable en las PTAR que emplean tratamiento aerobio (compacto) y primario avanzado de las aguas residuales.....	89
Cuadro A4	Costo de inversión estimado para el aprovechamiento del metano generable en las PTAR que emplean tecnologías aerobias (compactas) en el tratamiento de las aguas residuales.....	90
Cuadro A5	Inversiones necesarias para aprovechar el metano generable en las PTAR que operan a partir de sistemas lagunares.....	91
Cuadro A6	Costo de inversión estimado para el aprovechamiento del metano generable en las PTAR que operan a partir de sistemas lagunares.....	91
Cuadro A7	Inversiones necesarias para aprovechar el metano generable en las PTAR que emplean tratamiento anaerobio y anaerobio - aerobio (compacto) de las aguas residuales.....	92
Cuadro A8	Costo de inversión estimado para el aprovechamiento del metano generable en las PTAR que emplean tecnologías anaerobias y anaerobias-aerobias (compactas) .....	93
Cuadro A9	Detalle de las inversiones a realizar en las PTAR que emplean tecnologías aerobias compactas.....	94
Cuadro A10	Detalle de las inversiones a realizar en las PTAR que emplean tecnologías anaerobias .....	96

## Gráficos

Gráfico 1	Acceso a servicios de saneamiento y tratamiento de aguas en países seleccionados de ALC, 2020 .....	12
Gráfico 2	Aguas residuales domésticas tratadas de manera segura en ALC, 2020 .....	13
Gráfico 3	Distribución de las 3.336 PTAR según capacidad de tratamiento (l/s).....	37
Gráfico 4	Curva de Lorenz: Capacidad instalada en relación con el número de PTAR en los países evaluados .....	38
Gráfico 5	Número de plantas y capacidad de tratamiento total (l/s) según la capacidad de tratamiento de las PTAR .....	39
Gráfico 6	Participación de tecnologías aerobias y anaerobias en los caudales tratados en las PTAR objetivo.....	42

Gráfico 7	Emisiones de metano estimadas según el tipo de tratamiento aplicado a las aguas residuales.....	46
Gráfico 8	Costos de inversión por cada MWh de energía eléctrica generable al año .....	54
Gráfico 9	Costos de inversión p.e. vs. Ingresos proyectados p.e. a 20 años, producto del aprovechamiento del metano en la generación de energía eléctrica.....	56
Gráfico 10	Nivel de utilización de la capacidad instalada en las PTAR evaluadas, según el tipo de tecnología empleada en el tratamiento de las aguas residuales .....	57
Gráfico 11	Nivel de utilización de la capacidad instalada en las PTAR evaluadas de cada país .....	58
Gráfico 12	Costos de inversión vs. Ingresos proyectados a 20 años, producto del aprovechamiento del metano en la cogeneración de energía (suponiendo el uso del 85% de la capacidad instalada).....	58
Gráfico 13	Reducción de emisiones por país, en las PTAR objetivo .....	61
Gráfico 14	Impacto de las inversiones sobre el PIB y el valor agregado, por país .....	62
Gráfico 15	Impacto de las inversiones sobre la generación de empleos verdes, por país.....	63
Gráfico A1	Distribución de las PTAR que reportan información adecuada, según el tipo de tratamiento que emplean y la capacidad de tratamiento (l/s) .....	83

### Diagramas

Diagrama 1	Diferencia entre economía lineal y economía circular .....	18
Diagrama 2	Economía circular y Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	20
Diagrama A1	Sistema de tratamiento mediante lodos activados convencionales .....	76
Diagrama A2	Sistema de tratamiento mediante aireación extendida.....	77
Diagrama A3	Sistema de tratamiento mediante lodos activados convencional con desnitrificación .....	77
Diagrama A4	Sistema de tratamiento mediante zanja de oxidación.....	78
Diagrama A5	Sistema de tratamiento mediante filtro biológico .....	78
Diagrama A6	Sistema de tratamiento mediante reactor anaerobio de flujo ascendente .....	79
Diagrama A7	Sistema de tratamiento mediante reactor anaerobio de flujo ascendente u otro tipo de reactor anaerobio + lodos activados .....	81
Diagrama A8	Sistema de tratamiento mediante reactor anaerobio de flujo ascendente u otro tipo de reactor anaerobio + filtro biológico o filtro percolador .....	81

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

[https://www.yunbaogao.cn/report/index/reportId=5\\_32046](https://www.yunbaogao.cn/report/index/reportId=5_32046)

