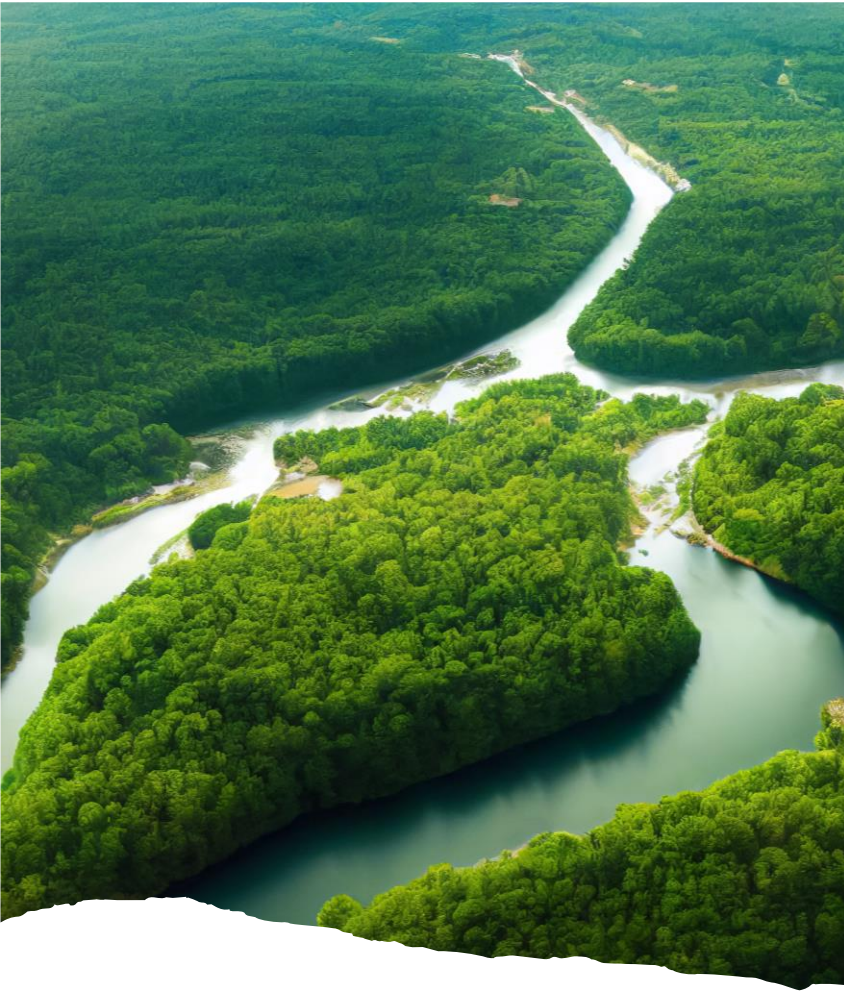




Economía circular en el sector de agua potable y saneamiento:
Aprovechamiento de metano y eficiencia energética en municipios
seleccionados de México



Oportunidades de la economía circular en el tratamiento de aguas residuales en ALC

Diego Fernández – Economista y Consultor de la CEPAL



NACIONES UNIDAS
CEPAL

División de Recursos Naturales



United Nations
Peace and Development Trust Fund



Antecedentes

1

Mientras a nivel mundial y en los países OCDE se trata el 55,5% y más del 80% de las aguas residuales respectivamente; en ALC solo se trata el 41% (UNSD, 2021).

2

La operación de las PTAR genera emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debido al alto consumo energético, la emisión de metano y las emisiones relacionadas con la estabilización y disposición de lodos en grandes volúmenes.

3

La gestión circular permite aprovechar subproductos como agua, nutrientes, biosólidos, y energía.

4

Existe evidencia de la viabilidad de aprovechar metano en PTAR con capacidades superiores a 500 l/s (Nolasco, 2010; Silva y otros, 2016).



Problemática

1

El metano es 84 veces más potente para atrapar calor que el dióxido de carbono en un período de 20 años y ha contribuido aproximadamente al 30% del calentamiento global hasta ahora.

2

Reducir el metano en un 45% evitaría 260 mil muertes prematuras, 775 mil visitas al hospital por asma, 73 mil millones de horas de trabajo perdidas debido al calor extremo y 25 millones de toneladas de pérdidas de cultivos al año.

3

Es posible lograr reducciones factibles y rentables de metano del 60%.

4

Los sitios de desechos podrían reducir alrededor del 35% al disminuir los desechos orgánicos en vertederos y mejorar el tratamiento de aguas residuales.

5

La cooperación internacional es fundamental para reducir urgentemente las emisiones de metano en esta década.

Fuente: CCAC y PNUMA (2021). Global Methane Assessment (full report).



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

Objeto del estudio

- Estimar el potencial energético del aprovechamiento del metano en 75 PTAR con capacidades entre 500 l/s y 4.000 l/s que atienden a 33 millones de personas distribuidas en el Estado Plurinacional de Bolivia, Colombia, Costa Rica, México y Perú.
- Establecer las inversiones necesarias y los beneficios económicos, sociales y ambientales de la recuperación de metano y la generación eléctrica.

Metodología empleada

Consolidación
y análisis de
base de datos.

Selección de
PTAR para el
análisis.

Estimación de
emisiones de
metano.

Se construyó una base con PTAR de:

- México
- Costa Rica
- Perú
- Colombia
- Bolivia.

Se seleccionaron plantas con:

- Capacidad instalada superior a 500 l/s e inferior a 4.000 l/s.
- Plantas con al menos tratamiento secundario.

Se aplicó la metodología propuesta por IPCC (2006) y Nolasco (2010). Toma en cuenta:

- Carga orgánica (DBO).
- Diferencias tecnológicas
- Nivel de uso de capacidad instalada.

Metodología empleada

Emisiones de
metano en
PTAR Aerobias.

Las PTAR aerobias degradan la materia orgánica convirtiéndola en lodo.

Al estabilizar el lodo en condiciones anaerobias, se produce metano.

Las emisiones dependen del volumen de lodo generado en la PTAR.

Emisiones de
metano en
PTAR
Anaerobias.

Las PTAR anaerobias degradan la materia orgánica convirtiéndola en biogás con altos contenido de metano.

Las emisiones dependen de la eficiencia en la remoción de materia orgánica.

Estimación de
metano
recuperable.

No todo el metano generado puede recuperarse debido a ineficiencias en los sistemas de captación y almacenamiento.

Se asume una pérdida del 10% para plantas compactas y del 15% en sistemas lagunares.

Metodología empleada

Estimación de
costos de
inversión para
la generación
de energía.

Se determina el tipo de inversión y se estima el costo asociado, en función de:

- Tecnología de la PTAR.
- Capacidad instalada.

Análisis de
viabilidad
financiera en
cada PTAR.

Se realiza un análisis de la relación beneficio/costo de las inversiones a partir de:

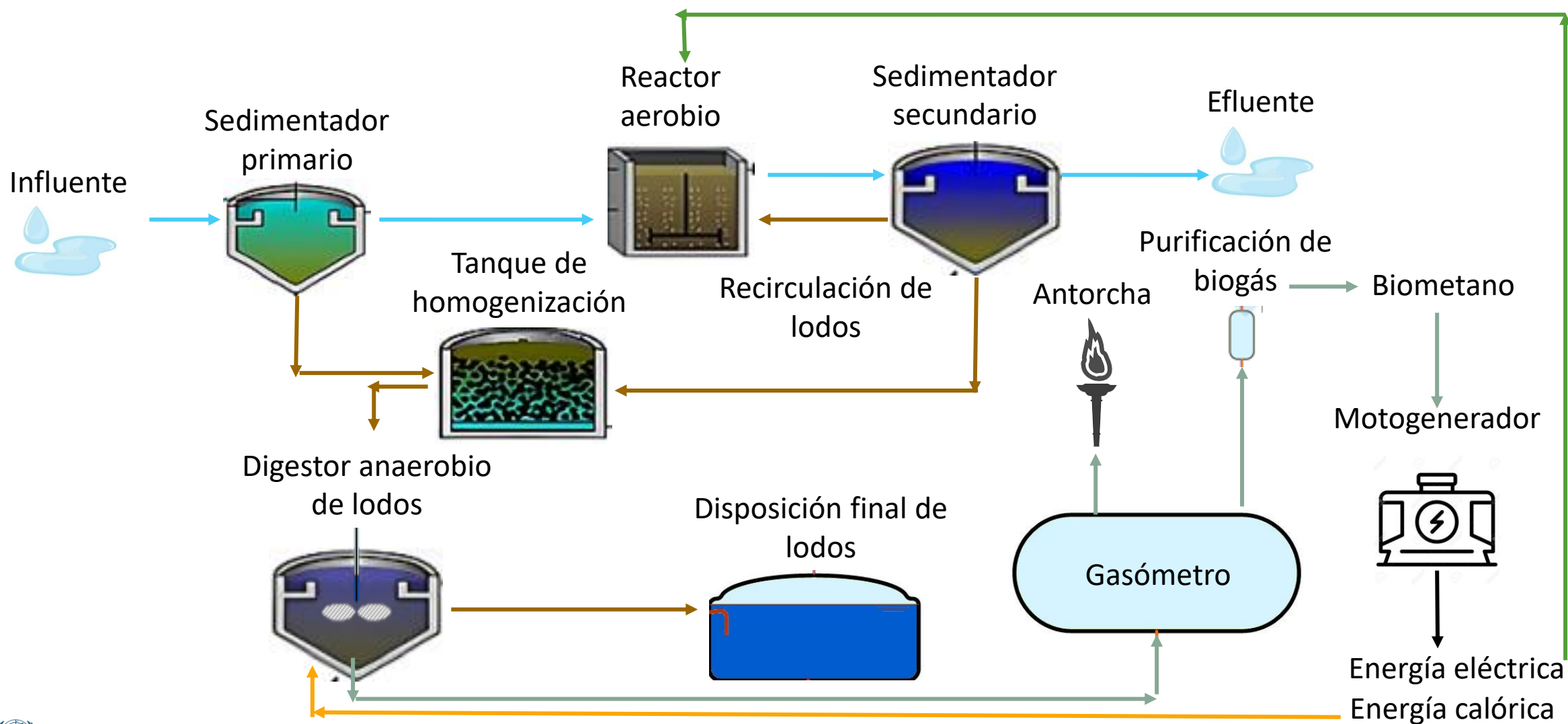
- Ahorros de energía
- Horizonte temporal de 20 años
- Análisis en términos de Valor Presente

Análisis de
beneficios
sociales y
ambientales.

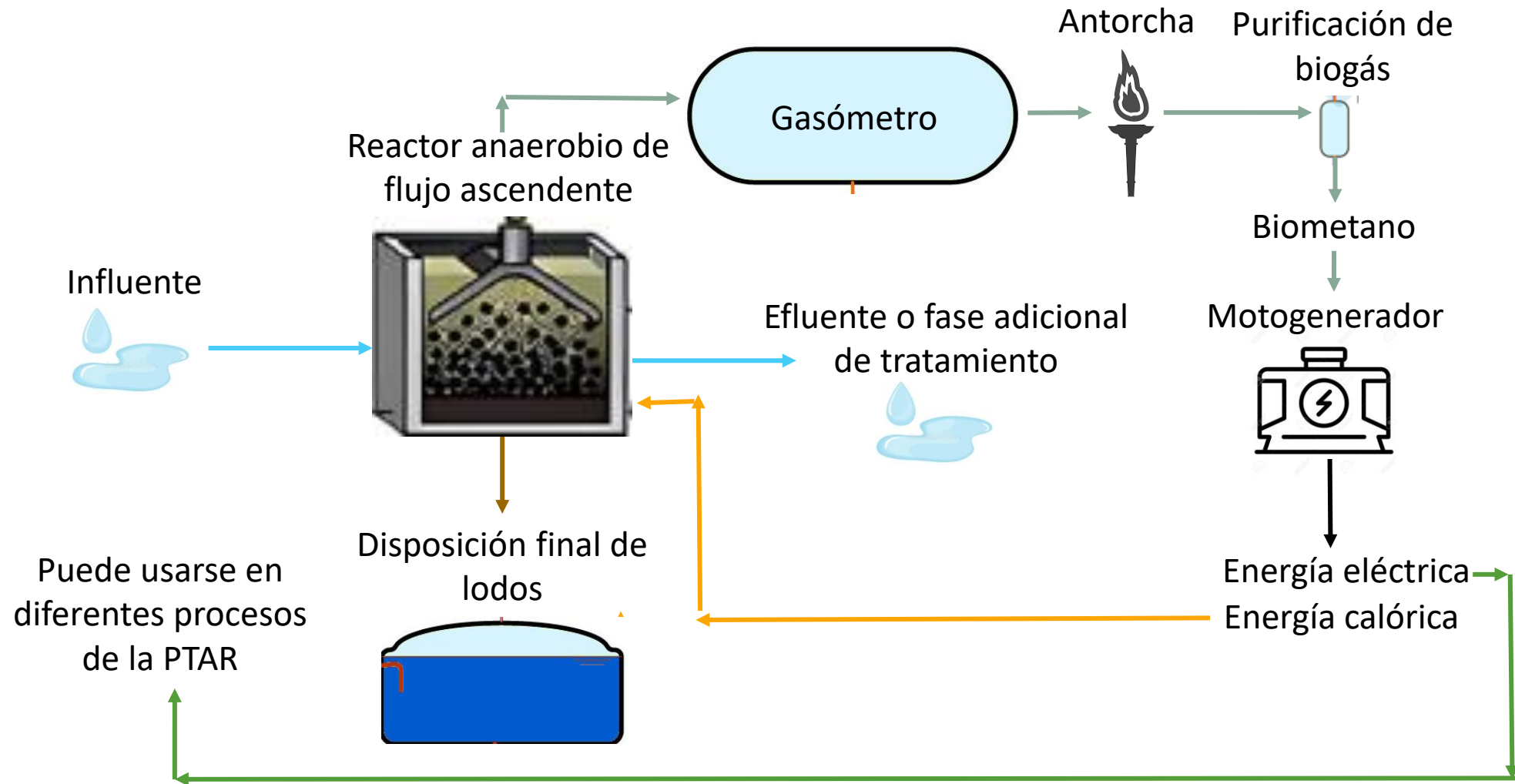
Haciendo uso de las Matrices Insumo Producto de la CEPAL, se estimó:

- Reducción de emisiones de CO₂ equivalente.
- Generación de empleos.
- Crecimiento del Valor agregado.

Tipología de tecnologías: PTAR aerobia compacta

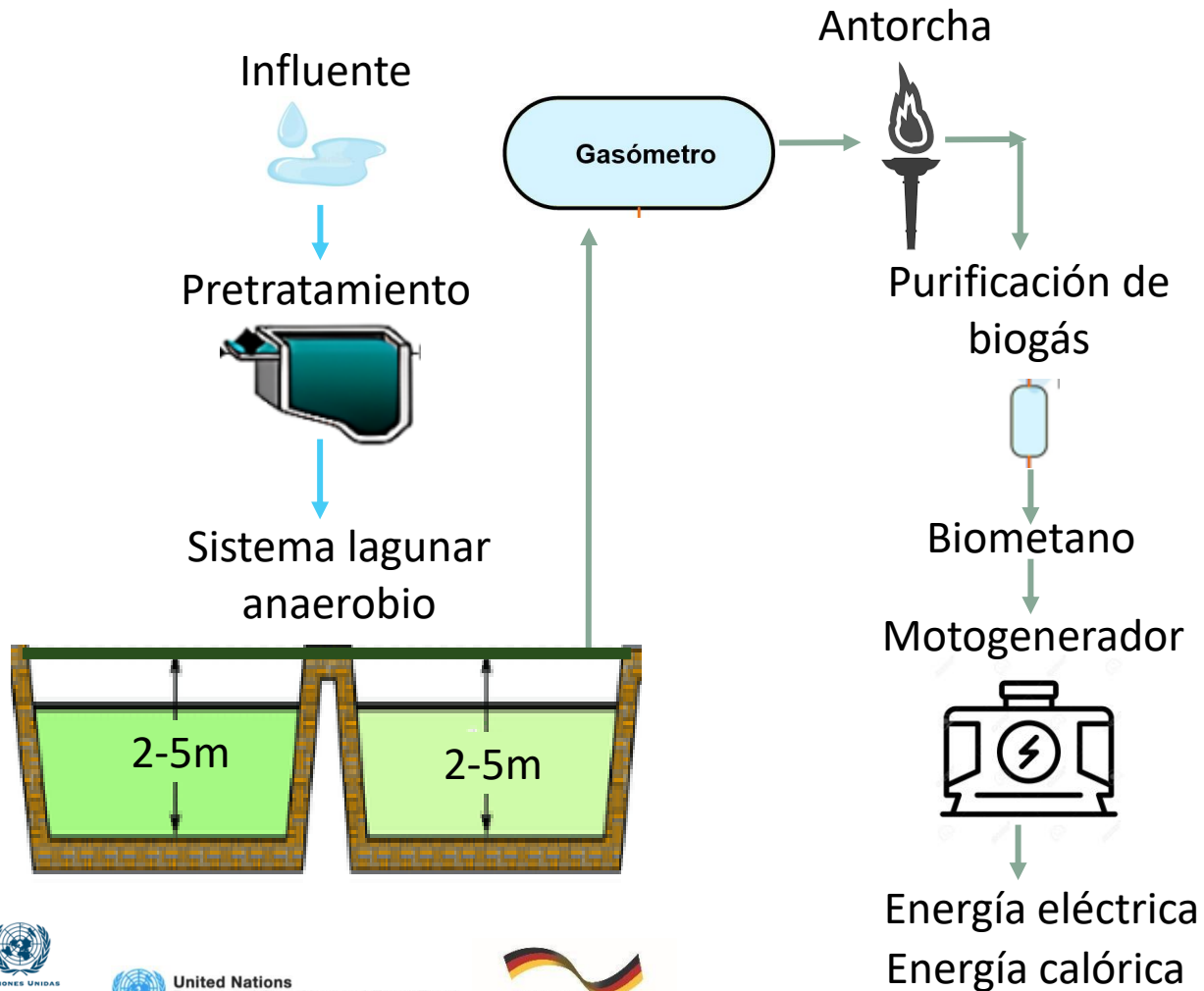


Tipología de tecnologías: PTAR anaerobia compacta

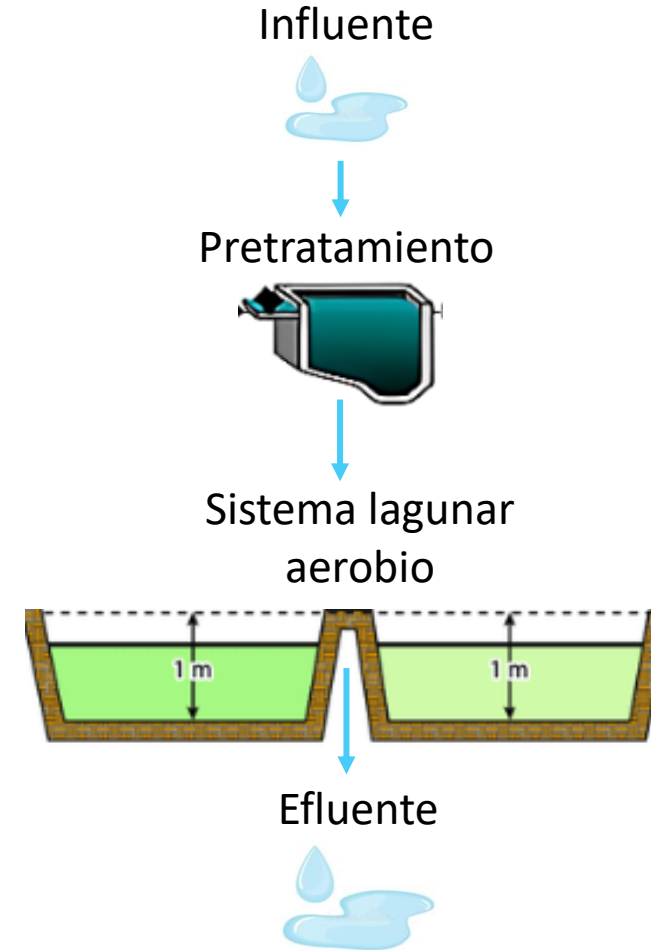


Tipología de tecnologías: Sistemas lagunares

Anaerobios



Aerobios



Estadísticas básicas de las PTAR existentes en los cinco países seleccionados

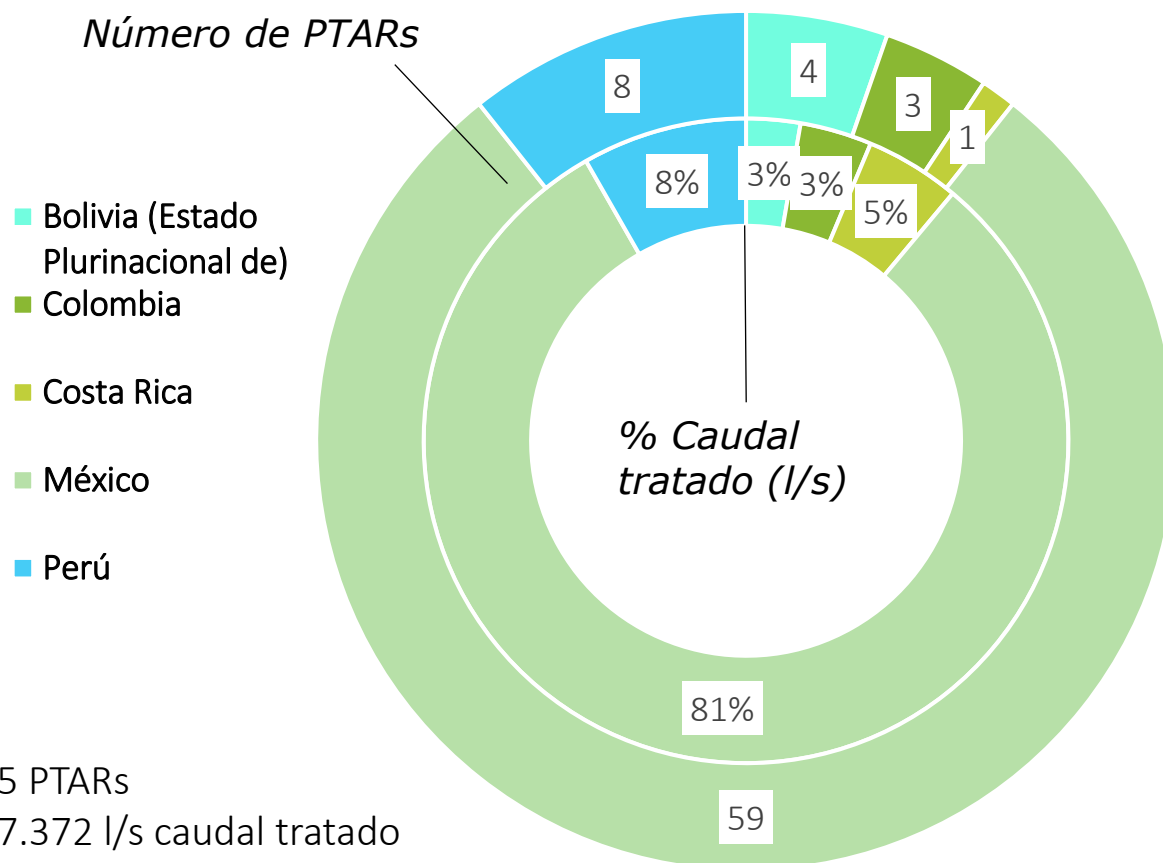
País	# PTAR	% PTAR	Capacidad instalada (l/s)	Habitantes 2020	Contribución de aguas residuales de los habitantes (l/s)*	% de cobertura de la capacidad instalada
Bolivia (Estado Plurinacional de)	50	1%	6.220	11.673.021	20.266	31%
Colombia	430	13%	51.843	50.882.891	88.338	59%
Costa Rica	30	1%	3.614	5.094.118	8.844	41%
México	2639	79%	194.699	128.932.753	223.842	87%
Perú	187	6%	42.533	32.971.854	57.243	74%
Total	3.336	100%	298.909	229.554.637	398.532	75%

Fuente: Saravia Matus y otros (2022).

*Estimados a partir de una contribución promedio de 150 litros por habitante al día.

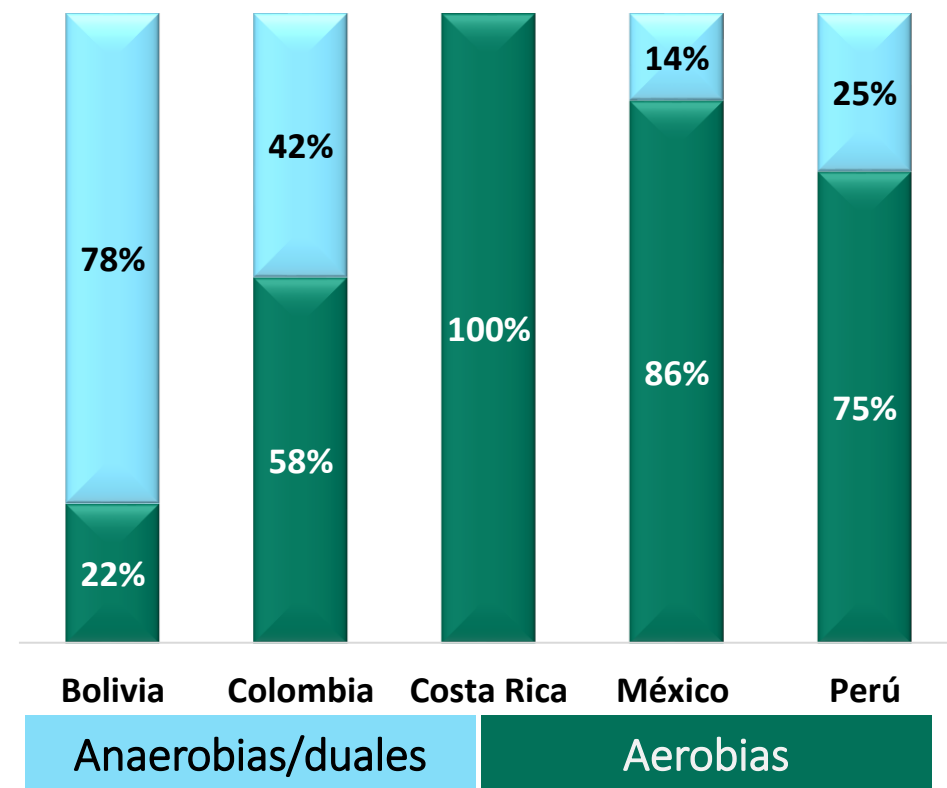
PTAR seleccionadas

Número de PTAR y participación del caudal tratado por país



- ❖ 75 PTARs
- ❖ 57.372 l/s caudal tratado
- ❖ 33 millones de habitantes atendidos

Participación de tecnologías aerobias y anaerobias por país



Fuente: Saravia Matus y otros (2022).

Tipología de tecnologías

(Participación porcentual en los caudales tratados)

Aerobias
(89%)

Lodos Activados Convencionales
(LAC)
(64,1%)

Aireación Extendida (AE)
(10,2%)

Lagunas aireadas – aerobias (L A)
(4,1%)

Zanjas de Oxidación (ZO)
(0,9%)

Aireación Extendida con
Desnitrificación (AE – Dn)
(1,1%)

Filtro o lecho percolador / Filtro
biológico (FP)
(8,0%)

Otras combinaciones de lagunas
en serie (L + L)
(0,6%)

Anaerobias
(11%)

Reactor Anaerobio de Flujo
Ascendente (RAFA/UASB)
(1,3%)

Reactor Anaerobio Flujo Ascendente y
Lodos Activados (RAFA+LAC)
(0,7%)

Lagunas anaerobias (L An)
(0,5%)

Lagunas anaerobias + Lagunas de
otros tipos (L An + L)
(8,5%)

Lodos



Metano

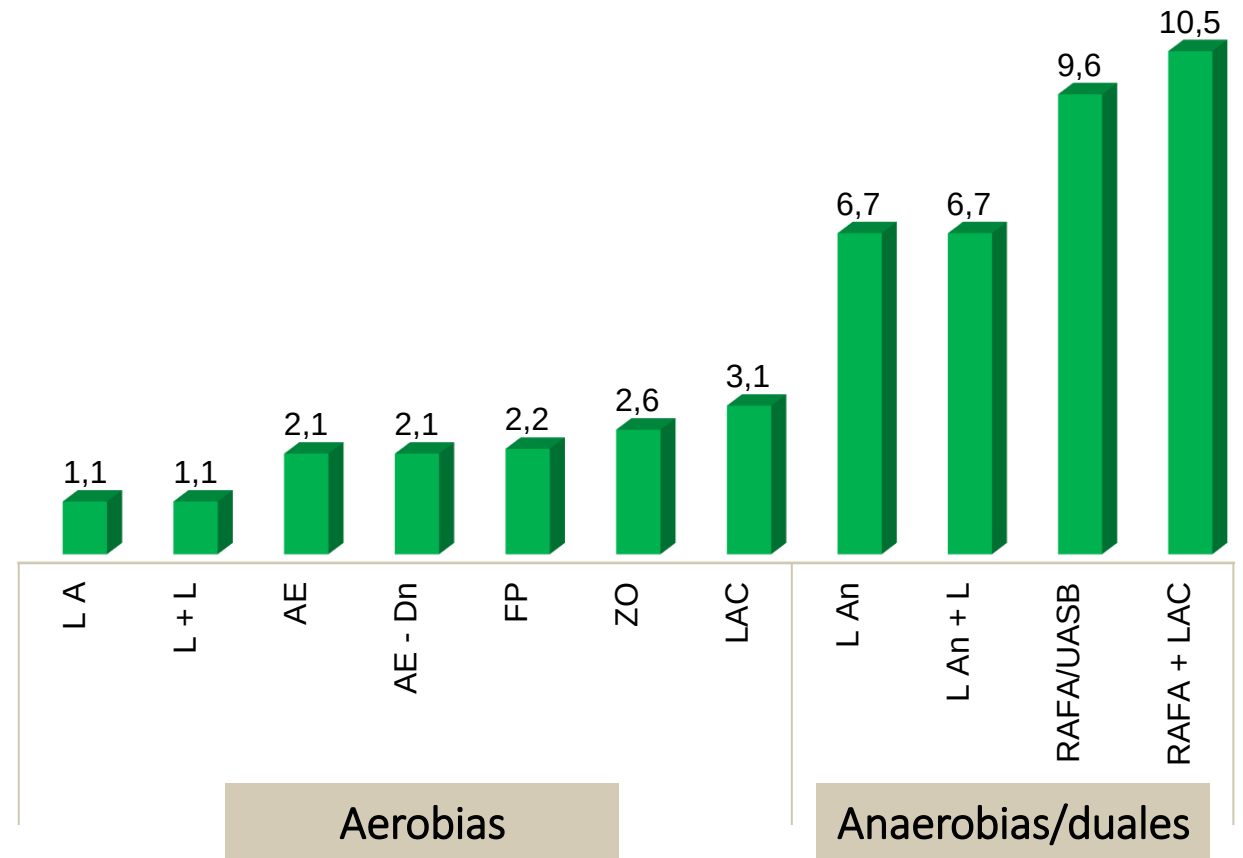


Emisiones de metano discriminadas por tecnología

(En metros cúbicos al año por habitante atendido)

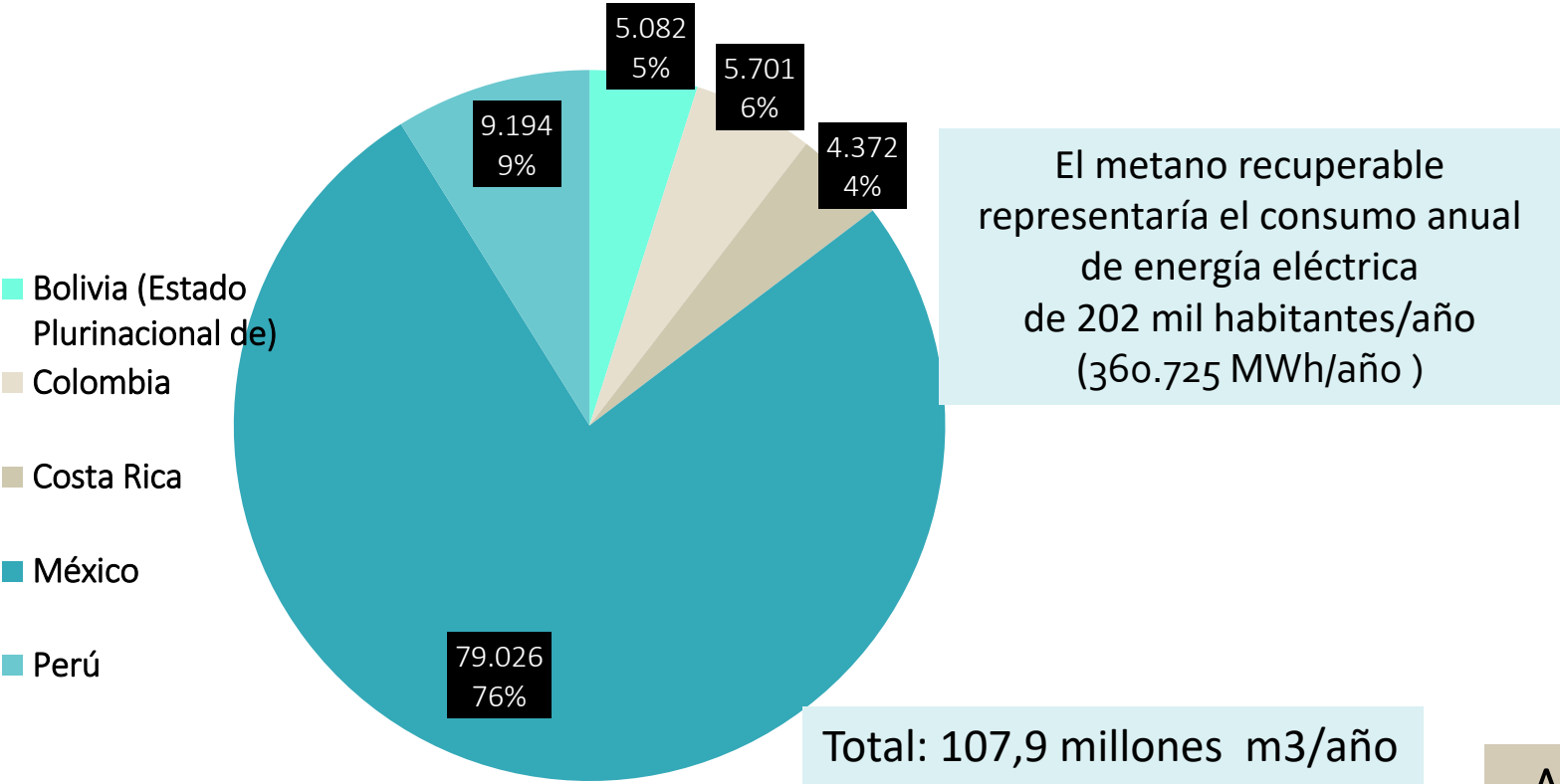
Significado de las siglas

Tecnología	Id Tecnología
Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente	RAFA / UASB
Reactor Anaerobio Flujo Ascendente y Lodos Activados	RAFA + LAC
Lagunas anaerobias + Lagunas de otros tipos	L An + L
Lagunas aireadas - aerobias	L A
Lagunas anaerobias	L An
Otras combinaciones de lagunas en serie	L + L
Aireación Extendida	AE
Lodos Activados Convencionales	LAC
Lodos Activados Convencionales	ZO
Filtro percolador / Lecho percolador / Filtro biológico	FP
Aireación Extendida con Desnitrificación	AE - Dn

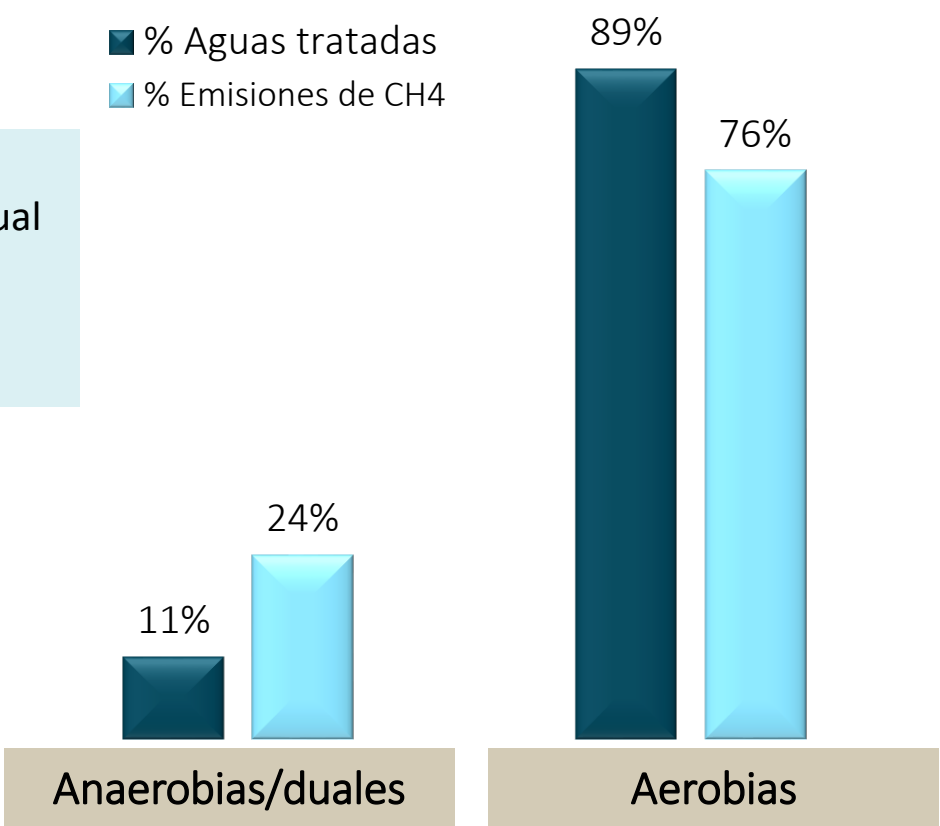


Estimación del metano recuperable de las PTAR seleccionadas

Metano recuperable
Miles de m3/año y participación %



Emisiones de metano estimadas según el tipo de tratamiento aguas



¡Muchas Gracias!

