

**SANEAMIENTO SUSTENTABLE, SEGREGACIÓN DE AGUAS DOMÉSTICAS: INVESTIGACIÓN Y PRÁCTICA EN LOS PAÍSES BAJOS**

Lucía Hernández Leal, Wetsus, European Centre of Excellence for Sustainable Water Technology, 8911 MA Leeuwarden, [lucia.hernandez@wetsus.nl](mailto:lucia.hernandez@wetsus.nl)

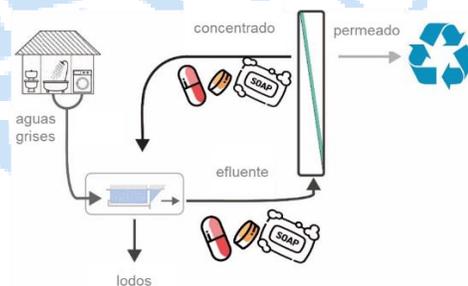
*Palabras clave: tratamiento anaerobio, recuperación de agua, energía y nutrientes*

**Introducción.** Globalmente se habla de crisis de recursos: agua, energía, nutrientes tales como el fósforo, nitrógeno, potasio. Todos estos son componentes del agua residual doméstica y en general son desaprovechados, al mismo tiempo que causan problemas de contaminación de recursos hídricos. El concepto de saneamiento sustentable supone la segregación de aguas residuales domésticas, en aguas negras (descarga de sanitarios) y aguas grises (lavabos, ducha, bañeras, lavadora) y ofrece nuevas oportunidades para recuperar agua, nutrientes y energía. La mayor parte de la materia orgánica y nutrientes se encuentra en las heces fecales y la orina, contiene el 80% de la materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio (si se combina con la basura orgánica). Por otro lado, las aguas grises representan el volumen más alto de agua utilizada en el hogar, además de ser una corriente de considerable de energía térmica <sup>1</sup>. Al segregar estas corrientes, es posible tratar el agua eficientemente y resulta en productos valiosos como agua, energía, fertilizantes y abono. En Wetsus, las últimas dos décadas hemos estudiado este concepto a diferentes escalas.

**Metodología.** Las descargas de sanitarios se recolectan con sanitarios de colección a vacío y son tratadas en un reactor anaerobio tipo UASB (Upflow anaerobic sludge blanket) seguido de oxidación anaerobia (anammox) de amonio y precipitación de P en forma de estruvita. Alternativamente el P se puede recuperar como fosfato de calcio en el primer reactor UASB. Para las aguas grises, el tratamiento central es aerobio. La producción de agua reclamada de alta calidad se puede lograr tratando el efluente aerobio con carbón activado, ozono o membranas de nanofiltración. Todos estos procesos se han probado a escala de laboratorio, y algunos en un fraccionamiento de 250 casas.

**Resultados.** Las aguas negras contienen aprox. 10 g/L de demanda química de oxígeno (DQO), 1 g/L de N<sub>tot</sub> y 110 mg/L de P. El 80% de la DQO se convierte en biogás en el reactor UASB. El amonio se remueve (>95%) por medio oxidación anaerobia (demostrado a escala real) o se recupera en forma de sales de amonio en un proceso electroquímico (demostrado en laboratorio)<sup>2</sup>. El 60% del fósforo se encuentra en el

efluente y se recupera en forma de estruvita (fosfato de magnesio-amonio). Alternativamente se recupera como CaP, al agregar calcio en el reactor UASB <sup>3</sup>. Las aguas grises (DQO de 600 mg/L aprox.) se tratan en un reactor aerobio, seguido de un módulo de nanofiltración (Fig. 1) para producir agua de muy alta calidad (Tabla 1) para todos los usos no-potables.



**Fig. 1.** Concepto para tratamiento y reclamación de aguas grises, el primer paso consiste en el tratamiento aerobio, el efluente se trata por una unidad de nanofiltración y el concentrado se retorna al tratamiento biológico.

**Tabla 1.** Características de agua reclamada tras tratamiento aerobio y con nanofiltración de aguas grises.

Parámetro	Concentración mg/L	Estándar de descarga
DQO	9	125
N total	3.4	15
NH4-N	1.2	-
NO3	1.9	-
P total	0.2	2
<i>E. Coli</i>	0/100 mL	-

**Conclusiones.** Nuestros resultados demuestran la factibilidad del saneamiento sustentable a diferentes escalas. Agua, energía y nutrientes pueden ser recuperados en lugar de desaprovechados. Este concepto tiene alto potencial particularmente en nuevos fraccionamientos.

**Bibliografía.**

- Hernández Leal, L., Tervahauta, T. & Zeeman, G. *Innov. Wastewater Treat. Resour. Recover. Technol. Impacts Energy, Econ. Environ.* 61 (2017).
- Rodríguez Arredondo, M., Kuntke, P., ter Heijne, A., Hamelers, H. V. M. & Buisman, C. J. N. *Water Res.* 111, 330–337 (2017).
- Cunha, J. R. *et al. Water Res.* 130, 333–342 (2018).