

# Encuesta sobre plantas de tratamiento de efluentes líquidos en Argentina: aspectos técnicos

Gustavo Affranchino<sup>1</sup>, Hyo Jee Lee<sup>2</sup>, Mercedes Sabels<sup>2</sup>, Carolina Nizza<sup>2</sup>, Matias Burlaka<sup>2</sup>, Daniel Calvo<sup>2</sup>, Ariana Rossen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Av. Eduardo Madero 399, C1106 ACD, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup> Laboratorio Experimental de Tecnologías Sustentables. Instituto Nacional del Agua. Au. Ezeiza-Cañuelas, Tramo Jorge Newbery Km 1.6. CP1804 Ezeiza-Pcia de Buenos Aires, Argentina

*Ing Gustavo Affranchino, ITBA, Buenos Aires, Argentina. gaffranc@itba.edu.ar*

## Abstract

*Wastewater discharges represent one of the most relevant sources of water pollution. Different operation problems at WWTPs (Wastewater Treatment Plants), can reduce the effectiveness of depuration processes. These problems are preventable with correct monitoring and analysis techniques that operators must implement. We conducted a complete survey to collect information on WWTPs in Argentina. Some of the topics were related to different types of effluent treatment, management strategies, fundamental analysis protocols and recurrent operation troubles. The main difficult referred for activated sludge plants, is the escape of solids caused by clumping and foaming phenomena. For anaerobic treatments, the lack of adequate biomass predominates in addition to low pH situations. For lagoons, the main issues are excess of organic load and sediment clogging. Bad quality treated water, usually responds to high levels of COD and BOD, too much phosphorus and –frequently mentioned– poor organoleptic properties.*

*Keywords:* wastewater treatment operations problems; technical survey; sedimentation efficiency; water quality

## Introducción

La contaminación hídrica es causa fundamental del deterioro de las fuentes de agua dulce, comprometiendo la disponibilidad de dicho recurso para potabilizar (Chapin 2009). Los vuelcos de aguas residuales crudas o deficientemente tratadas –ya sean domésticas o industriales– están entre los principales responsables de ese fenómeno.

El hecho de contar con una estación depuradora en funcionamiento para recibir los efluentes líquidos, no implica que el agua tratada se retorne al ambiente con la calidad requerida. Aunque el diseño constructivo de la misma haya sido adecuado, es frecuente que se carezca de un “diseño operativo” –o sea un manual claro y completo–. También es común hallar falencias en el mantenimiento electromecánico preventivo, predictivo e incluso correctivo. Estas y otras causas se suman a ocasionales fallas de diseño conceptual, a ingenierías básicas calculadas con horizontes temporales inadecuados, y al empleo de materiales constructivos y equipos poco durables (para reducir costos de inversión).

A las dificultades técnicas y procedimentales mencionadas, se agregan los factores socio-culturales (Nizza 2021), que son incluso más críticos que los primeros.

Los sistemas depurativos cuentan con operaciones y procesos “**primarios**” (incluyendo pre-tratamientos) que se ocupan de separar la suciedad insoluble y fácilmente insolubilizable; otros “**secundarios**” enfocados en degradar contaminantes disueltos y material fino que haya escapado a la etapa primaria; le sigue la fase “**terciaria**” para efectuar ajustes finales, incluyendo la separación de contaminantes que hayan superado la etapa secundaria sin ser completamente removidos y los procesos de desinfección. Cuando el agua tratada se destina reuso en producción o algún otro destino con exigencias de potabilidad, se aplican tratamientos que hemos agrupado como “**cuaternarios**”. Los sólidos y gases que se van separando de la corriente principal líquida a medida que avanza por el tratamiento, se dirigen según corresponda a los tratamientos “**anexos**”, ya sean de concentración, digestión y deshidratación de sólidos, o bien de depuración de las emisiones gaseosas que así lo requieren.

Siguiendo con la clasificación descrita, los procesos “secundarios” son principalmente biológicos (rara vez químicos). Según la tecnología involucrada, emplean microorganismos aerobios, facultativos y/o anaerobios, fluidizados y/o adheridos a superficies, e incluso macroorganismos. Esos seres vivos se ocupan de degradar los contaminantes orgánicos presentes generando gases y más biomasa, y varios de ellos cuentan incluso con la capacidad de bioacumular diversos contaminantes. En todos los casos, resulta esencial que dichos organismos se separen “fácilmente” del agua tratada (Hernández García 2017).

Cada reactor biológico puede identificarse como un “ecosistema”, sujeto como cualquier otro ambiente biótico a dinámicas de sucesión ecológica, que en algunas circunstancias pueden llevar a desvíos del comportamiento deseado en una planta depuradora. Podemos agrupar esos problemas en los que dificultan la separación del agua tratada y los que complican la degradación y/o remoción de contaminantes. Las causales son diversos y solo en contadísimas ocasiones escapan al control humano (dadas las dinámicas ecosistémicas). Una planta de tratamiento correctamente operada y mantenida, ha de funcionar perfectamente y no debería presentar desvíos.

El relevamiento de las prácticas comunes y de rutina en las plantas de tratamiento de efluentes líquidos (PTE) y de los tipos de tratamiento y manejo de lodos generados, constituye una herramienta clave para identificar los problemas comunes y las estrategias que las empresas pueden implementar para resolverlos. Así también, es importante evaluar el grado de incorporación de avances tecnológicos y de investigación para comprender su capacidad de actualización en cuanto a tecnologías emergentes para hacer frente a los desafíos socio-ambientales (Smith, 2009).

Por lo expuesto, se presentan en este trabajo los resultados obtenidos mediante una ENCUESTA especialmente diseñada para relevar las distintas realidades operativas en el ámbito nacional, destinada a supervisores y encargados de plantas de tratamiento, que fue difundida por las redes de importantes asociaciones nacionales del sector sanitario y ambiental (AIDIS Argentina, CEMA), además de ser canalizada por varias consultoras de tratamiento de efluentes líquidos y mediante grupos de posgrado de profesionales sanitarios. Sin embargo y posiblemente dadas las características del sector (Nizza 2021), de las miles de depuradoras existentes, sólo se alcanzó un total de 86 encuestas cargadas, número que tras aplicar los algoritmos de validación, se redujo a 65 cargas válidas.

La encuesta fue destinada fundamentalmente a los Supervisores y Encargados de planta de tratamiento de efluentes líquidos y se realizó durante el segundo semestre del 2020. El

relevamiento permite disponer de información sobre los procedimientos que se llevan a cabo en planta para seguimiento de los procesos depurativos, y vislumbrar mejoras que podrían incorporarse al sector para un mejor desempeño integral, en pos del cumplimiento del ODS 6 y los restantes objetivos de desarrollo sostenible suscritos por Argentina, en el marco de las Naciones Unidas.

### **Objetivo**

Conocer el estado actual operativo y los problemas frecuentes de las plantas depuradoras en Argentina, para identificar oportunidades de mejora a fin de asegurar la calidad de los vertidos.

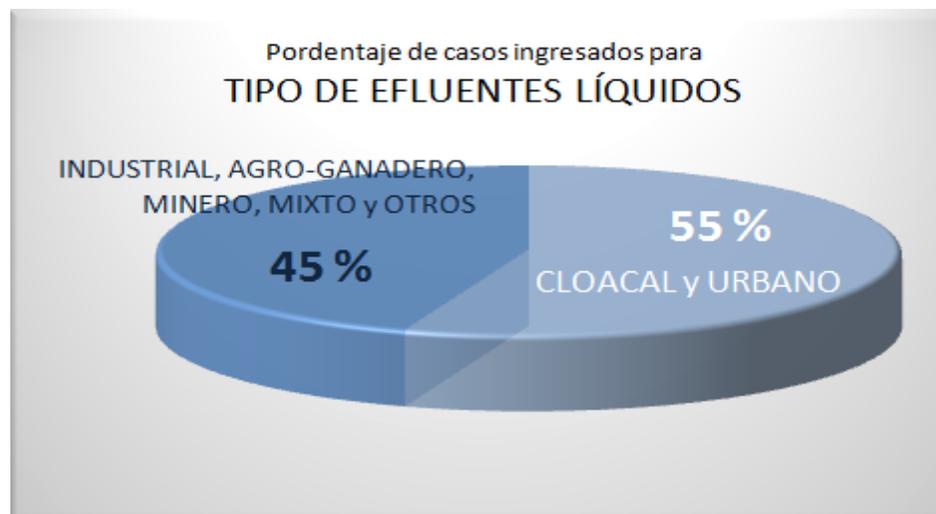
### **Metodología**

Se diseñó una ENCUESTA ANÓNIMA ([www.plantaefluentes.com.ar/encuesta](http://www.plantaefluentes.com.ar/encuesta)) de respuesta cerrada compuesta de 11 grupos de preguntas, cada una de selección única o múltiple dependiendo de la categoría de preguntas.

Las respuestas obtenidas se pasaron por algoritmos de validación contextuales y de completitud. Luego se analizaron mediante herramientas estadísticas *ad hoc* –dada la complejidad de los cuestionarios– y mediante análisis de correspondencias múltiples (ACM). Los resultados agrupados e incluso el total de datos validados, están a disposición de los investigadores y catedráticos que los requieran, a fin de maximizar el provecho de los mismos en la consecución del objetivo, mediante trabajo colaborativo y distribuido.

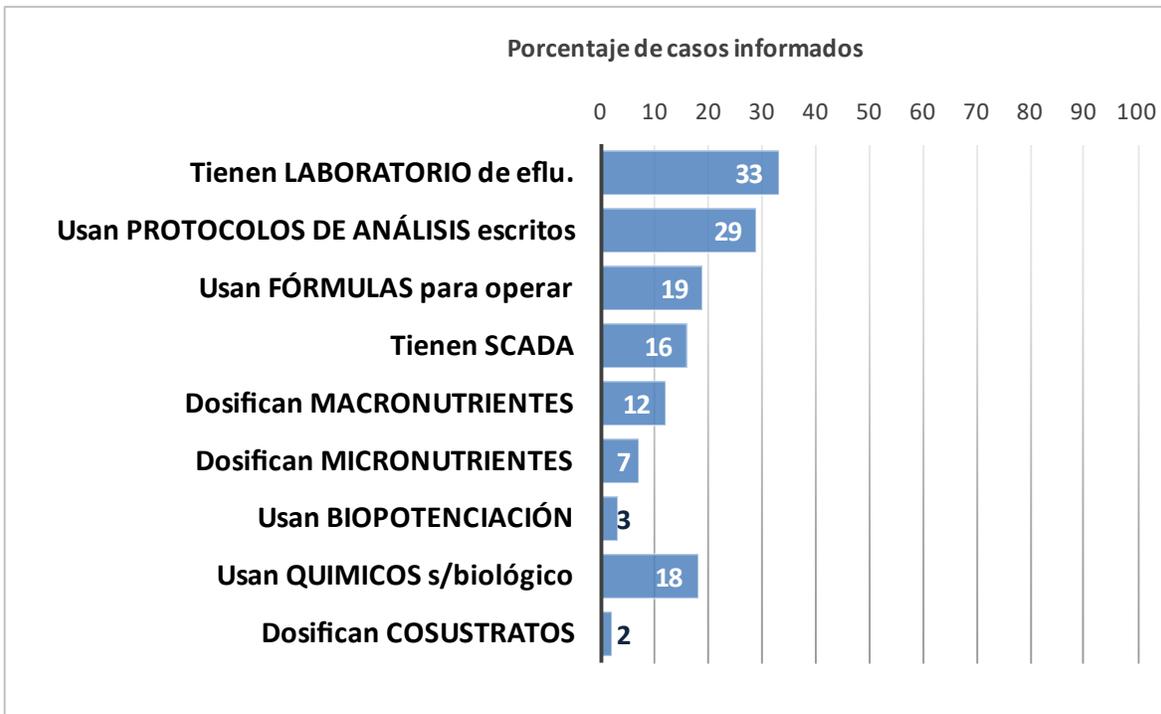
### **Resultados y discusión**

Los tipos de depuradoras encuestadas se distribuyen casi en partes iguales, contando 55% entre cloacales/urbanas y 45% entre las no exclusivamente cloacales/urbanas (Fig 1).



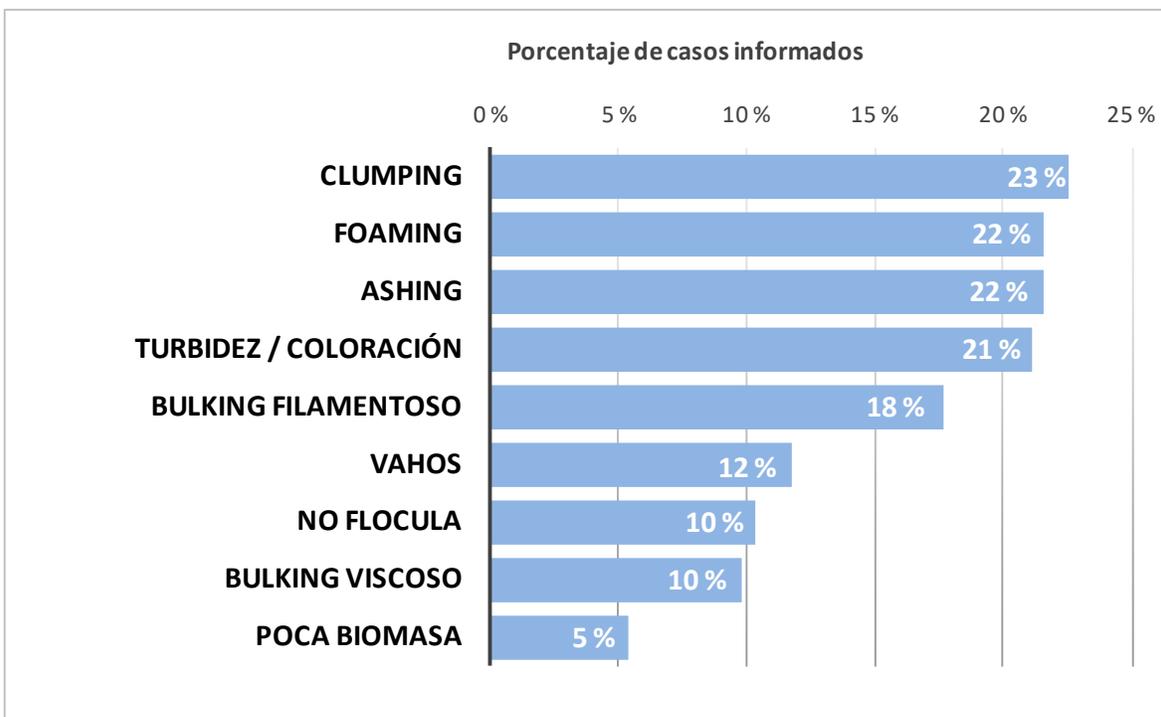
**Figura 1. Tipo de tratamiento de efluentes**

La figura 2 muestra lo relevado respecto a algunas características especiales de operación, como ser la presencia de un laboratorio de efluentes (33%), el empleo de protocolos analíticos (29%) y de “fórmulas” para calcular parámetros básicos de operación (19%) –véase cuán bajos son estos valores–, cuentan con interfase tipo SCADA (16%), dosifican nutriente marco (12%) y micro (7%), agregan microorganismos (3%), añaden “cosustratos” (2%) y un 18% que requiere emplear químicos para coagular y/o flocular la biomasa del reactor (contraindicado).



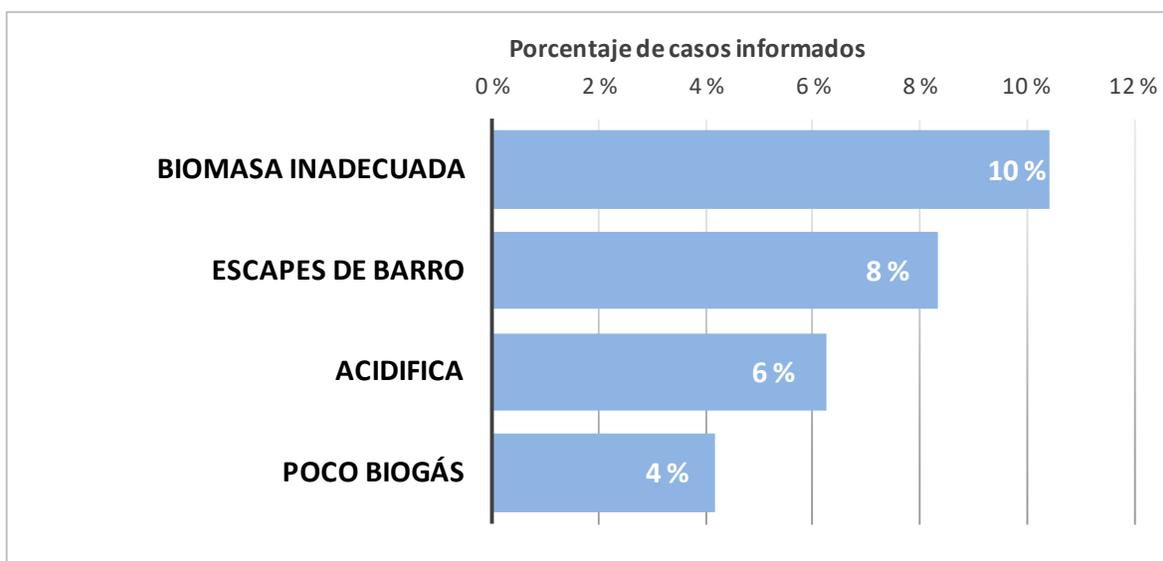
**Figura 2. Características operativas especiales**

Los problemas predominantes en lodos activados (fig. 3), corresponden al escape de lodos por flotación, ya sean fenómenos de clumping (23% de afectación) y/o de foaming (22%).



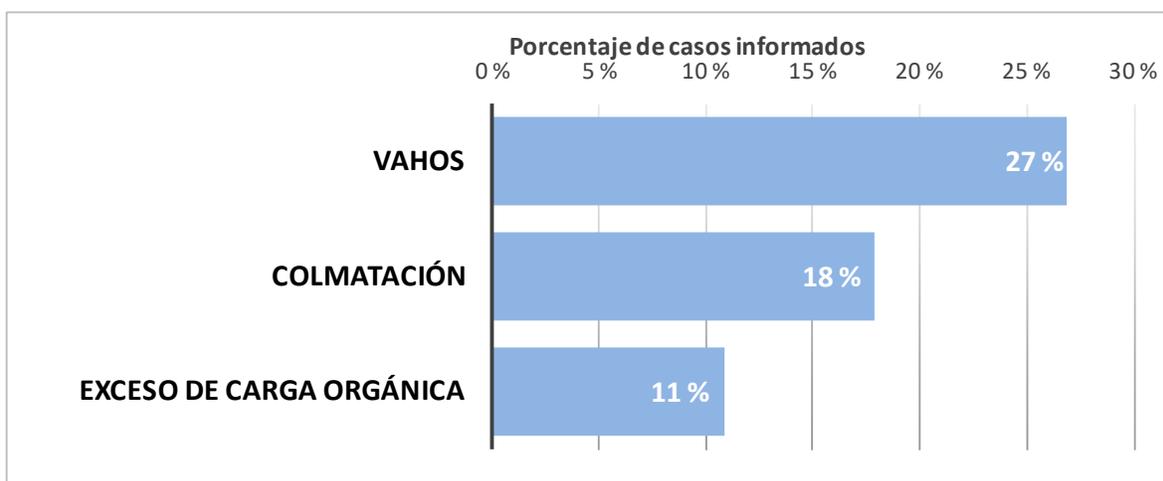
**Figura 3. Problemas de BARROS ACTIVADOS**

Las plantas con biorreactores anaeróbicos de alta carga y similares (Fig. 4), informan dificultades para formar pellets adecuados de biomasa como el principal problema (10%), seguido del escape de lodos (8%).



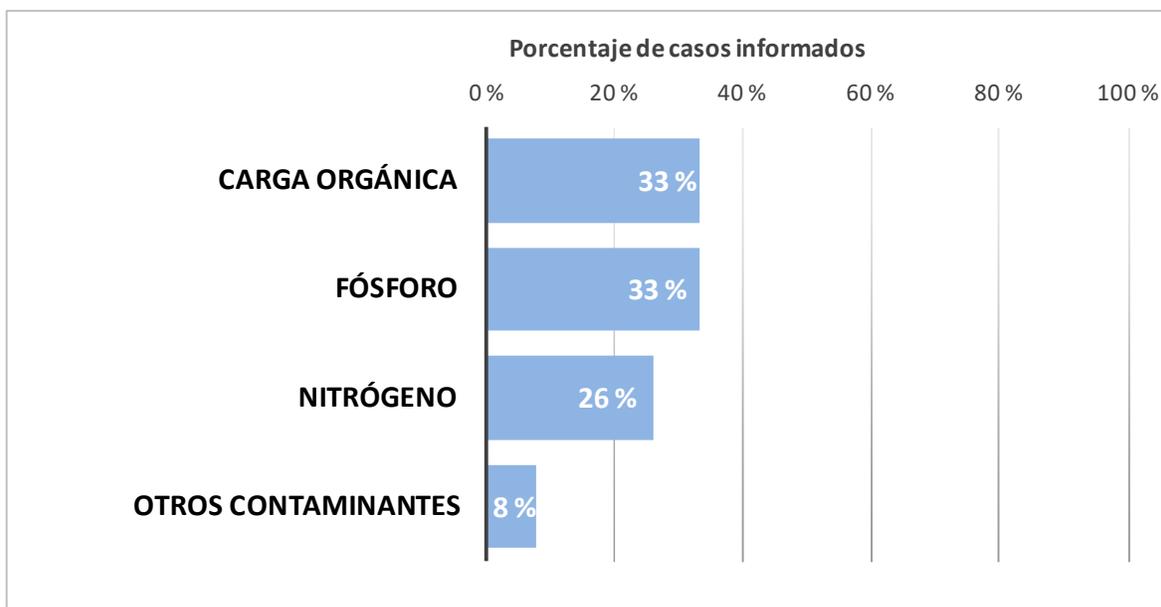
**Figura 4. Problemas en ANAERÓBICOS de alta carga**

Las plantas que emplean lagunas anaeróbicas y facultativas (Fig. 5), son aquejadas principalmente por los malos olores (27%), seguidos de los problemas de colmatación en las anaeróbicas (18%).



**Figura 5. Problemas en LAGUNAS**

En cuanto al agua tratada (Fig. 6), un 33% informa problemas con valores de DQO y DBO, también un 33% tiene dificultades con la remoción de fósforo, un 26% con nitrógeno y 8% otros contaminantes.



**Figura 6. Problemas del AGUA TRATADA**

### **Conclusiones y Discusión**

La ENCUESTA completa posee mucha más información que no cabe en el presente resumen. Como dato saliente, podemos destacar que las plantas depuradoras informan aproximadamente un 20% de inconvenientes con los procesos biológicos, que causan escape de lodos junto con el agua tratada. A partir de ese único dato puede llegarse a la siguiente estimación general: en Argentina, cuando hay una planta de tratamiento instalada, estimamos durante 2 meses y medio al año escapan barros junto con el agua depurada, o bien: un 20% de las plantas de tratamiento instaladas en el país, sufren escape de lodos permanente. El dato cierto es una combinación de ambas afirmaciones.

Las múltiples falencias a nivel operativo y relacionadas a los aspectos socio-culturales, continúan obstaculizando el óptimo tratamiento de los efluentes líquidos, aun cuando en la actualidad existen procedimientos y tecnologías que, sin requerir de una inversión de gran envergadura, permitirían no sólo la realización de un abordaje más exhaustivo de las problemáticas emergentes a nivel de comunidad bacteriana, sino también una más eficiente toma de decisiones preventivas.

Asimismo, pese a que existen en Argentina profesionales altamente capacitados en diseño y operación de plantas de tratamiento, no son suficientes o no se están aprovechando adecuadamente. Es común encontrar infraestructura precaria o deficiente en el sector, consecuencia de una indudable falta de incentivos como así también de una débil implementación de los controles gubernamentales. El diseño de las plantas de tratamiento y los técnicos particulares que operan en ellas, deben articularse en la matriz de interrelaciones que se tejen entre órganos públicos y privados con incumbencia en la materia, a fin de establecer criterios, procedimientos y controles necesarios, así como buscar los posibles medios e incentivos necesarios para la innovación a nivel técnico-infraestructural y de procesos en planta.

El material validado completo para analizar, está disponible solicitándolo a [arossen@ina.gob.ar](mailto:arossen@ina.gob.ar)

## **Reconocimientos**

Los autores desean agradecer la inestimable colaboración de las asociaciones profesionales AIDIS Argentina y CEMA, que favorecieron la difusión de la encuesta a través de sus redes y a los consultores ambientales y profesionales de ingeniería sanitaria que colaboraron difundiendo y completando datos en distintas áreas del territorio nacional.

## **Referencias**

*Chapin III, F. S., Kofinas, G. P., & Folke, C. (Eds.). (2009). Principles of ecosystem stewardship: resilience-based natural resource management in a changing world. Springer Science & Business Media.*

*Hernández García, H., Buitrón Méndez, G., M Lopez-Vazquez, C., & J Cervantes Carrillo, F. (2017). Tratamiento biológico de aguas residuales: principios, modelación y diseño. IWA publishing.*

*Nizza, C., Lee, H.J, Sabels, M., Burlaka, M., Calvo, D., Affranchino, G., Rossen, A. (2021). Encuesta sobre plantas de tratamiento de efluentes líquidos en Argentina. Aspectos socio-culturales. XXXVII Congreso Interamericano virtual de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de AIDIS.*

*Red Interamericana de Academias de Ciencias (2019). Calidad de agua en las Américas: Riesgos y oportunidades. México. IANAS.*

*Smith, B. R. (2009). Re-thinking wastewater landscapes: combining innovative strategies to address tomorrow's urban wastewater treatment challenges. Water Science and Technology, 60(6), 1465-1473.*