



IMPACTO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA HABANA

Autores: Silvio Lazaro Robaina Reyes ¹, Jorge Luis Inastrilla Quesada², Rosa María Turati Manresa³, Graciela Meneses Álvarez⁴, Sheila Rojas Ruiz⁵

¹ Licenciado en Educación. Especialidad Agropecuaria Veterinaria. Máster en Promoción de la Salud en Sistemas Educativos. Departamento Docente: Higiene y Epidemiología. Profesor Auxiliar. Facultad de Tecnología de la Salud. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. La Habana. Cuba. Email: lazarorobaina@infomed.sld.cu

² Licenciado en Higiene y Epidemiología. Departamento Docente: Higiene y Epidemiología. Profesor Instructor. Facultad de Tecnología de la Salud. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. La Habana. Cuba.

³ Licenciada en Bioquímica. Máster en Micología y Parasitología. Departamento Docente: Higiene y Epidemiología. Profesor Auxiliar. Facultad de Tecnología de la Salud. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. La Habana. Cuba.

⁴ Ingeniera Química. Máster en Ciencias de la Educación. Departamento Docente: Higiene y Epidemiología. Profesor Auxiliar. Facultad de Tecnología de la Salud. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. La Habana. Cuba.

⁵ Estudiante de II año de la Licenciatura en Higiene y Epidemiología. Facultad de Tecnología de la Salud. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. La Habana. Cuba.

RESUMEN

Introducción: Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales tienen la finalidad de allegar las aguas residuales procedentes de una población o sector industrial para eliminar las sustancias contaminantes. **Objetivo:** valorar el impacto de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales para minimizar los efectos en la salud comunitaria y al medio ambiente. **Desarrollo:** El estudio realizado en las en las Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a través de la observación en cada fase donde es tratada las aguas residuales. El agua residual es tratada por los diferentes dispositivos en cada uno de los grados de tratamientos, permite minimizar la carga contaminante antes que sea vertida a ríos o mares. Entre un 20% y un 30% de las aguas residuales recogidas en las redes de alcantarillado urbano son objeto de tratamiento, entre un 70% y un 80% de las aguas negras se vierten sin ser tratadas. **Conclusiones:** Las plantas de tratamiento de aguas residuales, constituyen un impacto positivo en reducir la carga contaminante presente en los residuales líquidos domésticos, industriales, antes de ser vertidas a un cuerpo receptor, y protege la salud de las personas, animales y al medio ambiente



Palabras claves: planta de tratamiento, residuales líquidos, medio ambiente

INTRODUCCIÓN

Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales realiza la limpieza del agua usada y las aguas residuales para que pueda ser devuelto de forma segura a nuestro medio ambiente. Eliminar los sólidos, desde plásticos, trapos y vísceras hasta arena, grasas y partículas más pequeñas que se encuentran en las aguas residuales. ¹⁻²⁻³

Las aguas residuales o aguas negras son aquellas cuya calidad se ve afectada por la actividad humana, y se clasifican en urbanas, domésticas e industriales, según su procedencia.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (Estación Depuradora de Aguas Residuales) se encargan de recoger las aguas procedentes de una población o sector industrial y eliminar sus sustancias contaminantes. El objetivo de dicho proceso es devolver este recurso al ciclo del agua, ya sea mediante su vertido a los cauces de agua o bien para su reutilización en actividades como la agricultura. ⁴

Con este trabajo los autores tienen el objetivo de valorar el impacto de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales para minimizar los efectos en la salud comunitaria y al medio ambiente

Uno de los retos actuales a nivel global es tratar el mayor volumen de agua residual en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Tal y como sostiene el Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2017, titulado "Las aguas residuales – El recurso desaprovechado", estas pueden resultar un recurso clave para satisfacer la creciente demanda mundial de agua dulce y de materias primas. ⁵⁻⁶

La Habana, dispone de cuatro Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales y una en fase terminal de construcción, en el municipio San Miguel del Padrón.



La necesidad de aumentar el porcentaje de población con acceso a agua potable y saneamiento, en cumplimiento con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, supondrá a su vez un mayor vertido de aguas residuales. Esto implica que su tratamiento debe ser más eficiente, asequible y sostenible, para mayor aprovechamiento de este recurso.

DESARROLLO

Las plantas de tratamiento que existen utilizan tecnologías contaminantes, son altas en uso de energía y producen desechos tóxicos como resultado de su operación. Para ir construyendo una infraestructura urbana sustentable, es necesario optar por tecnología alternativa que permita reutilizar los caudales y/o regresarlos a la naturaleza con buena calidad, sin hacer un uso intensivo de energía y sin producir contaminantes. ⁷⁻⁸

El tratamiento de las aguas negras tiene como finalidad preservar la salud del medio que nos rodea y para lograrlo es necesario:

- La eliminación de las bacterias patógenas que contienen las aguas negras.
- La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas negras.
- Evitar la contaminación de los cuerpos receptores favoreciendo así la flora y la fauna.
- Etapas del tratamiento de las aguas residuales

Uno de los factores principales de crisis urbana de nuestros días tiene que ver con la disposición de agua para la vida diaria en las viviendas, comercios, servicios e industrias.

Obtener nuevas fuentes de agua se va haciendo cada día más difícil, dado que la población crece y demanda este recurso en las ciudades y en el campo. A nivel urbano, el desperdicio del vital líquido tanto por los consumidores directamente como en las tuberías dañadas y muebles sanitarios ineficientes o en mal estado, representa solamente una parte del problema; la contaminación de las aguas usadas tanto en los domicilios como en procesos industriales es otra, y la falta de opciones para su disposición cierra el círculo. ⁹



Así, poca o mucha el agua se utiliza, y contaminada o no, se envía al drenaje en donde se mezclan diversas calidades de este líquido, para terminar reincorporándose -generalmente sin ningún tratamiento- a algún cauce natural.

Sin embargo, el porcentaje de aguas negras que se vierten sin ser tratadas es todavía elevado, por lo que debemos seguir trabajando en reducirlo. Un paso decisivo será generalizar la reutilización de las aguas residuales tratadas. En este sentido, es clave la transformación digital como vía para optimizar la gestión de las plantas depuradoras, las redes de saneamiento y el drenaje pluvial.

Las soluciones, están diseñadas para mejorar procesos, asegurar la calidad del agua y reducir la huella de carbono, entre otros casos de uso.

Actualmente, entre un 20% y un 30% de las aguas residuales recogidas en las redes de alcantarillado urbano son objeto de tratamiento. Sin embargo, todavía queda mucho camino por recorrer ya que esos porcentajes significan también que entre un 70% y un 80% de las aguas negras se vierten sin ser tratadas. ¹⁰⁻

11

¿Qué procesos se llevan a cabo en las plantas de tratamiento de aguas residuales?

El agua que entra en las plantas se somete a procesos de tipo físico, químico y biológico con la finalidad de eliminar los contaminantes presentes en el agua. Normalmente se distribuyen en cuatro etapas: tratamiento preliminar o pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario. ¹²⁻¹³

Además, en las plantas de tratamiento de aguas residuales, también tienen lugar otros procesos asociados a los subproductos obtenidos en los diferentes tratamientos. Algunos procesos, como el asociado al tratamiento y la gestión del fango, tienen una importancia significativa ya que su gestión tiene cierta complejidad y es de gran interés.



1. **Tratamiento Preliminar:**

Es el tratamiento donde se remueven los sólidos de gran tamaño y las arenas presentes en las aguas negras, con ellas se logra la remoción de sólidos y arenas para proteger las bombas y otros equipos que forman parte del sistema de tratamiento, así como mejorar el aspecto estético de las aguas. Se conoce este tratamiento como desbaste.

El desbaste es una operación unitaria física utilizada para remover sólidos de gran tamaño, que puedan perturbar el funcionamiento normal de las unidades posteriores, o ya sea que se deseen utilizar como unidades recuperadoras de subproductos.

En esta etapa del tratamiento se pueden utilizar los siguientes accesorios o equipos:

- Rejas gruesas
- Rejas medianas
- Rejillas
- Cedazos finos
- Desarenadores
- Trituradores
- Micro filtros.

De acuerdo a la separación que existe entre las barras que forman las rejillas se pueden clasificar en:

Rejas Gruesas: Si la separación entre barras $d=5\text{cm}$, con una inclinación de las barras de un ángulo con la horizontal de 30° .

Rejas Medianas: Si la separación entre barras $d=2$ a 5 cm , con una inclinación de las barras de un ángulo con la horizontal de 45° .

Rejillas: Separación de barras $d=1$ a 2 cm , con una inclinación de las barras de un ángulo con la horizontal de 70° .



Cedazos Finos: Son rejillas con separación del orden de 1/4" a 1/32" (6mm a 1mm de separación) y también del orden de 3/16" a 3/32" (5mm a 2.5mm de abertura).

Desarenadores: Son tanques de flujo continuo utilizados para separar arenas, y otros sólidos discretos de densidad superior a la del líquido cloacal, que por su naturaleza interfieren en la operación y mantenimiento de las unidades que siguen en el tratamiento, evitan la paralización del sistema por fallas en las bombas.

Estos tanques deben ser diseñados de tal manera que se separen las arenas del líquido residual pero sin remover los sólidos orgánicos que están suspendidos en el agua. El parámetro principal para el diseño de los tanques desarenadores es la velocidad horizontal del flujo a través de la unidad que debe estar entre 0.15 y 0.3 [m/s] independientemente de las variaciones de gastos, para garantizar su funcionamiento adecuado.

Trituradores: Se colocan después de los desarenadores, cuando se espera un volumen apreciable de sólidos duros con el fin de desmenuzarlos para la protección de las estaciones de bombeo u otras unidades de la planta de tratamiento que requieran dicha protección. Consisten en cilindros giratorios ranurados a través de los cuales pasa el líquido cloacal, donde los sólidos son cortados por engranajes dentados, disminuyendo su tamaño.

La operación de limpieza de estas unidades de desbastes puede ser manual o mecánica.

2. Tratamiento Primario

Es el tratamiento donde se remueve una fracción los sólidos sedimentables y en suspensión por medios físicos y/o químicos. El efluente del tratamiento primario suele tener una cantidad alta de materia orgánica y una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) alta.



El objetivo de esta etapa es eliminar una porción de los sólidos suspendidos. Para ello, el agua queda retenida durante 1 a 2 horas en decantadores para que la gravedad ayude a separar esas partículas. Otros beneficios de este proceso son la homogeneización de caudal y la eliminación de materia orgánica asociada a los sólidos suspendidos.

También es posible añadir sustancias químicas durante este proceso, como coagulantes y floculantes, para mejorar la sedimentación de los sólidos y eliminar fósforo. En determinados casos se suelen emplear sustancias básicas o ácidas para neutralizar el pH del agua.,

3. Tratamiento Secundario

Este proceso tiene como objetivo la eliminación de la materia orgánica del agua, así como de nutrientes tales como el nitrógeno y el fósforo.

En el tratamiento se transforma la materia orgánica biodegradable por la acción biológica en materia estable. Está principalmente diseñado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos, en algunos casos se incluye desinfección en esta etapa.

En el tratamiento secundario, un tratamiento principalmente *biológico*, se suele emplear la ayuda de bacterias y microorganismos para degradar y eliminar la materia orgánica y los diferentes nutrientes que contiene el agua.

El tratamiento más extendido es el de los lodos activados, donde el agua a tratar pasa varios días en un tanque, en condiciones variables de oxígeno (condiciones aerobias, anóxicas y anaerobias) según los requisitos de eliminación requeridos. Aquí los diferentes tipos de bacterias que habitan en el tanque o reactor se alimentan de la materia orgánica y los nutrientes que contiene el agua, retirándolos de estas y pasando al interior de sus organismos.

Tras el proceso biológico es habitual una segunda decantación, o decantación secundaria, donde las bacterias que han crecido en el proceso anterior se precipiten a la parte inferior del decantador, generando una mezcla de agua y



sólidos que son lo que se denomina fango biológico. Esta mezcla se extrae o purga por la parte inferior del decantador y permite que por la parte superior salga el agua depurada sin la mayoría de las bacterias y sólidos, dando lugar al agua clarificada.

4. Tratamiento Terciario:

Son tratamientos adicionales, que siguen a los tratamientos secundarios convencionales, para la eliminación de nutrientes, compuestos tóxicos y excesos de materia orgánica o de sólidos en suspensión.

Durante el tratamiento terciario o químico se busca aumentar la calidad final del agua para poder devolverla al medio ambiente (mar, ríos, lagos y demás cuencas hidrográficas) y, en algunos casos, emplearla para la actividad humana. Para ello, se realizan una serie de procesos con el objetivo principal de eliminar agentes patógenos, como bacterias fecales.

Entre las técnicas utilizadas se encuentran: la filtración mediante camas de arena u otros materiales o la desinfección, ya sea mediante cloro (habitualmente hipoclorito sódico) o con luz UV, para reducir la cantidad de organismos vivos microscópicos que se han generado en las etapas anteriores.

Es habitual que en las plantas depuradoras el tratamiento del agua finalice en este punto, cuando el agua tratada cumple con los requisitos de vertido definidos y no hay requisitos adicionales de calidad del agua para su reutilización o uso posterior.

Tratamientos de los lodos.

Como subproducto del tratamiento de las aguas residuales se producen ciertos residuos. Destaca principalmente la generación de gran cantidad de lodos, extraídos en los procesos de decantación primaria y secundaria.

En los *lechos de secados* se lleva a cabo una etapa de espesamiento de los lodos cuyo objetivo es la reducción del volumen de agua a tratar con la consiguiente optimización de los procesos existentes aguas abajo. Posteriormente, estos



lodos mixtos se digieren mediante procesos aerobios (con aire) para conseguir estabilizar el crecimiento de bacterias y para eliminarlas.

A continuación, tiene lugar un proceso de reducción de la cantidad de agua mediante deshidratación a través de los rayos solares. Estos lodos, una vez que cumplen con los requisitos de sequedad y contenido en metales pesados, nutrientes y patógenos, deben gestionarse con el menor impacto para el medio ambiente habitualmente se reutiliza en agricultura como fertilizante. ¹⁴

En La Habana funcionan Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales ubicadas en los municipios Boyeros, Playa, Cotorro, 10 de Octubre, donde reciben volúmenes de aguas negras procedentes de las comunidades y centros comerciales, y recreacionales como es el caso de Boyeros en la Planta de Tratamiento María del Carmen en el entronque de la CUJAE recibe los residuales líquidos del Parque Zoológico Nacional y de los Hospitales Enrique Cabrera y William Soler.

Con el proyecto de saneamiento de la bahía de La Habana, se diseñó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Luyano siendo una de las principales estrategias para el cuidado del medio ambiente.

Estas obras de ingeniería especializadas son muy costosas este tipo de plantas de tratamiento de agua quedan fuera del alcance de muchos municipios. Además, la necesidad de tratar las aguas servidas antes de regresarlas a los cauces naturales no se entiende como una única forma para reducir la contaminación ambiental, ni se piensa en la ventaja económica que representaría para el municipio el uso propio y la venta de agua tratada para suplir usos no potables, así como la disminución de la demanda para las plantas potabilizadoras. ¹⁵

En muchos países desarrollados como Japón, China, entre otros, el tratamiento de las aguas residuales llega hasta el punto que la reúsan a potable



CONCLUSIONES

Las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales a través de los procesos que ocurren en la misma, permite reducir la carga contaminante presente en los residuales líquidos domésticos, industriales, antes de ser vertidas a un cuerpo receptor (ríos, lagos, mares), de ahí la importancia del impacto positivo que tienen las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales para la protección del medioambiental.

El Estado cubano considera siempre y como prioridad el impacto ambiental de sus decisiones, buscar asesoramiento en este campo y contemplar no sólo el aspecto económico a corto plazo, sino el beneficio ambiental a mediano y largo plazo para los pobladores a los que se dicen representar

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Apéndice 9. Plantas de tratamiento para aguas residuales. Volumen III; Informe Auxiliar [Internet] [Consultado en febrero 2023]. Disponible en : https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11685211_09.PDF
2. Blogs. Las 4 etapas de las plantas de tratamiento de aguas residuales. [Internet] Agosto 2022. [Consultado en febrero 2023] Disponible en: <https://www.idrica.com/es/blog/plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales-etapas/>
3. Blogs. Grupo Hidráulica. ¿Cómo funciona una planta de tratamiento de aguas residuales? [Internet] Marzo 9 2023. [Consultado en febrero 2023] Disponible en <https://grupohidraulica.com/noticias/2023/03/09/como-funciona-una-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>
4. Blogs. HLCSISTEMAS. ¿Cómo funciona una planta de aguas residuales? [Internet] Rev. Ingeniería y Construcción. 18486. [Internet] octubre 2019. [Consultado en marzo 2023] Disponible en : <https://www.hlcsac.com/noticias/como-funcionan-plantas-aguas-residuales/>



5. Blogs. SYNERTECH. Plantas de Tratamiento de aguas residuales. [Internet] 2022. [Consultado en marzo 2023] Disponible en: <https://www.nyfdecolombia.com/aguas-residuales/plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales>
6. Blogs. Banco Mundial. El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial. [Internet] Marzo 19. 2020. [Consultado en marzo 2023] Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/03/19/wastewater-a-resource-that-can-pay-dividends-for-people-the-environment-and-economies-says-world-bank>
7. Blogs. CONTYQUIM. Importancia del tratamiento de aguas residuales. [Internet] 11 de enero, 2022. [Consultado en abril 2023]. Disponible en: <https://contyquim.com/blog/importancia-del-tratamiento-de-aguas-residuales>
8. Blogs. FLOWEN.. Criterios para diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales. 5671. [Internet] 28 octubre, 2022. [Consultado en abril 2023]. Disponible en: <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/criterios-para-disenar-una-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales>
9. Blogs Post. TELWESA. Planta de tratamiento de aguas residuales. [Internet] Octubre 2, 2021. [Consultado en abril 2023]. Disponible en: <https://telwesa.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales>
10. Blogs BELZONA. Tratamiento de Aguas Residuales. Mapa de la Plata. [Internet] [Consultado en abril 2023]. Disponible en: https://www.belzona.com/es/solution_maps/wastewater/money_map.pdf
11. Blogs. Concepto. Tratamiento de aguas residuales. Editorial Etecé. [Internet] 15 de julio 2021. [Consultado en abril 2023]. Disponible en: <https://concepto.de/tratamiento-de-aguas-residuales/>
12. Cubadebate. Proyecto busca ampliar tratamiento y reuso de aguas residuales en Cuba. [Internet] 21 julio 2017 | [Consultado en abril



- 2023]. Disponible en <http://www.cubadebate.cu/noticias/2017/07/21/proyecto-busca-ampliar-tratamiento-y-reuso-de-aguas-residuales-en-cuba-video/>
13. Grupo Hidráulica. ¿Cómo funciona una planta de tratamiento de aguas residuales? [Internet] marzo, 9, 2023 [Consultado en julio 2023]. Disponible en: <https://grupohidraulica.com/noticias/2023/03/09/como-funciona-una-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>
14. Lahera Ramón, V. Infraestructura sustentable: las plantas de tratamiento de aguas residuales. Rev. Quivera, vol. 12, núm. 2, 2020, pp. 58-69. ISSN: 1405-8626. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México
15. SafetyCulture ¿Qué es una planta de tratamiento de aguas residuales? [Internet] 26 de enero 2023. [Consultado en abril 2023]. Disponible en: <https://safetyculture.com/es/temas/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>