



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES:  
CASO PLANTA DE TRATAMIENTO LAS ESCLUSAS**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Industrial**

**AUTORES: Kathya Stefania Morán Meza  
María De Los Ángeles Montoya López  
TUTOR: Ing. Iván Eduardo Suarez Escobar**

**Guayaquil – Ecuador  
2022**

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotras, Kathya Stefania Morán Meza con documento de identificación N° 0802832386 y María De Los Ángeles Montoya López con documento de identificación N° 0953579372; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 24 de agosto del año 2022

Atentamente,



Kathya Stefania Morán Meza  
0802832386



María De Los Ángeles Montoya López  
0953579372

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Kathya Stefania Morán Meza con documento de identificación N° 0802832386 y María De Los Ángeles Montoya López con documento de identificación N° 0953579372, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo académico: Propuesta de gestión de manejo de aguas residuales: Caso Planta de tratamiento Las Esclusas, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de agosto del año 2022

Atentamente,



Kathya Stefania Morán Meza  
0802832386



María De Los Ángeles Montoya López  
0953579372

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Iván Eduardo Suárez Escobar con documento de identificación N° 0909748287, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Propuesta de gestión de manejo de aguas residuales: Caso Planta de tratamiento Las Esclusas, realizado por Kathya Stefania Morán Meza con documento de identificación N° 0802832386 y María De Los Ángeles Montoya López con documento de identificación N° 0953579372, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 24 de agosto del año 2022

Atentamente,



Ing. Iván Eduardo Suárez Escobar  
C.I. 0909748287

## RESUMEN

El presente artículo tuvo como principal objetivo el de desarrollar una propuesta de gestión del manejo de aguas residuales para la Planta de Tratamiento Las Esclusas, siendo necesario en primer lugar sintetizar los procesos del manejo de estas aguas, analizar las opiniones de expertos para formular posibles soluciones a los problemas existentes. La metodología que se aplicó se basó en un enfoque cualitativo, debido a que se trabajó con información bibliográfica y las aportaciones que realizaron los expertos a través del grupo focal. La unidad de análisis estuvo compuesta por 11 personas con amplio conocimiento en materia de manejo de aguas residuales, quienes aportaron con su opinión respecto a la materialización de este tipo de proyectos y su gestión. Los resultados obtenidos evidenciaron que existen problemas sobre el manejo de aguas residuales que se realiza a nivel local, esto no solo afecta al medio ambiente sino también representa un riesgo para la población en general. Según los expertos no se aplican las acciones adecuadas y tampoco se cuenta con la colaboración de la ciudadanía para reducir los problemas asociados con una inadecuada gestión de desechos que posteriormente terminan en las redes de alcantarillado provocando su colapso.

**Palabras clave:** Gestión de manejo; aguas residuales, planta de tratamiento; procesos físicos, químicos y/o biológicos

## ABSTRACT

The main objective of this article was to develop a management proposal for wastewater management for the Las Esclusas Treatment Plant, being necessary firstly to synthesize the processes of handling these waters, analyze the opinions of experts to formulate possible solutions to existing problems. The methodology that was applied was based on a qualitative approach, due to the fact that we worked with bibliographic information and the contributions made by the experts through the focus group. The analysis unit was made up of 11 people with extensive knowledge of wastewater management, who contributed their opinion regarding the materialization of this type of project and its management. The results obtained showed that there are problems on the management of wastewater that is carried out at the local level, this not only affects the environment but also represents a risk for the population in general. According to the experts, the appropriate actions are not applied, and the citizens do not have the collaboration to reduce the problems associated with inadequate waste management that later ends up in the sewerage networks causing their collapse.

**Keywords:** Management; wastewater, treatment plant; physical, chemical and/or biological processes

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO .....	6
METODOLOGÍA.....	11
RESULTADOS .....	16
CONCLUSIONES.....	23
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	27

## INTRODUCCIÓN

La gestión de aguas residuales constituye un proceso mediante el cual se lleva a cabo la recolección, el tratamiento y la reutilización de las aguas pluviales y aquellas que se producen por la ejecución de diversos tipos de actividades (industriales, domésticas, agropecuarias, entre otras), las mismas que debido a la exposición a sustancias externas hayan experimentado una alteración de su calidad.

Los sistemas de manejo por lo general se basan en una red de recolección y una planta de tratamiento; sin embargo, para lograr un desempeño adecuado y eficiente es preciso contar con la infraestructura adecuada, así como también se requiere considerar diferentes aspectos físicos-químicos y una adecuada planificación y control, sin la cual es probable que se generen diferentes problemas de manejo (Lamizana, y otros, 2017).

En este sentido, la necesidad de llevar a cabo una adecuada gestión del manejo de aguas residuales no radica únicamente en el uso que se le puede atribuir a este recurso hídrico, sino también en el hecho de que un manejo inadecuado puede ocasionar afectaciones ambientales, problemas de contaminación y consecuentemente representa un importante riesgo para la salud de las personas; como resultado, se asocia con niveles de insatisfacción social y en algunas ocasiones con problemas de carácter económicos.

A nivel regional, a pesar del crecimiento urbanístico que se ha registrado en las últimas décadas, se estima que únicamente del 30% al 40% de las aguas residuales que se recolectan son tratadas para su reutilización (Brault & Marmanillo, 2020). Los escenarios que se registran en el Ecuador no distan de esta realidad, puesto que, de acuerdo a un estudio desarrollado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, se evidenció que aún existe un 22.6% de Gobiernos Autónomos Descentralizados que no gestionan el tratamiento de las aguas residuales, en cuyo caso la provincia del Guayas se encuentra entre las de menor representación a nivel provincial, respecto a los GADM que administran este tipo de procesos (INEC, 2017).

Particularmente, en el caso de la ciudad de Guayaquil, a lo largo de los años se han evidenciado problemas a nivel de gestión del manejo de aguas residuales y el mantenimiento del alcantarillado, aspectos que recrudecen principalmente durante la estación invernal, cuando por lo general se registran inundaciones. Esta problemática se atribuye a diversas causas entre las que se destaca la mala disposición de los desechos que se producen y se dispersan por las

vías públicas, los cuales posteriormente terminan en las alcantarillas produciendo un tapón, lo que impide el óptimo funcionamiento del alcantarillado y da lugar a un desbordamiento y un colapso de las mismas (Jaramillo, Ramírez, & López, 2020).

A pesar de que se han diseñado proyectos para hacer frente a esta situación, aún es un problema prevalente, por lo que a través del presente proyecto se pretende analizar la gestión de manejo de aguas residuales, particularmente el caso de la Planta de Tratamiento las Esclusas.

La idea de desarrollar el presente estudio surge de la necesidad de proponer acciones que permitan mejorar la gestión de aguas residuales en la Planta de Tratamiento las Esclusas, en la cual se han identificado problemas internos que han afectado la calidad del servicio prestado generando incomodidad e insatisfacción en la población guayaquileña. Como resultado se espera contribuir con que se realice una gestión más eficiente y la reducción de los costos relacionados con el tratamiento.

Es necesario señalar que la importancia económica de la eliminación de aguas residuales no se limita a la recolección, transporte y depuración de aguas residuales y pluviales. Además de los objetivos primarios de protección de la salud de la población guayaquileña y protección contra inundaciones, incide sobre la calidad de vida de los habitantes de la ciudad y la preservación del medio ambiente.

En cuanto a la existencia de trabajos previos y otra información complementaria a esta investigación, es posible determinar que se han identificado estudios centrados en el análisis microbiológico de los lodos anaerobios a través de biodigestores, siendo el proyecto Las Esclusas el escenario ideal para determinar el nivel de microorganismos y posteriormente removerlos y mitigar los efectos que podrían generar en la población ante escenarios de fallos en estas instalaciones (Morán, 2019).

De igual manera se identificó el estudio efectuado por Alvarado y Valencia, quienes también se direccionaron a analizar las características fisicoquímicas de las aguas residuales en la cuenca sur de la planta de tratamiento de Las Esclusas a través de análisis estadísticos y dinámicas de fluidos, donde se concluyó que existen puntos vulnerables que podrían generar la propagación de virus y bacterias, por lo que es importante una eficiente gestión de todo el proceso de recepción, control y mantenimiento de las aguas que llegaran a esta planta (Alvarado & Valencia, 2021).

Partiendo de estos antecedentes expuestos, para efectos de la investigación se formulan las siguientes hipótesis:

1. Los procesos de manejo de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil, no se realizan de forma eficiente. Esta hipótesis afirma que la gestión que se lleva a cabo en la actualidad no es la adecuada, lo que constituye la principal causa por la cual se presentan los problemas previamente descritos.

2. El manejo inadecuado de las aguas residuales genera una serie de impactos negativos tanto a nivel ambiental, social y económico. Esta teoría sugiere que los problemas que se generan por una gestión ineficiente, no solo producen el descontento de la ciudadanía, quienes se ven afectados por las inundaciones por la acumulación de aguas residuales en diversas zonas de la ciudad; sino que además implica importantes costos para las autoridades encargadas que deben destinar recursos para solucionar dichos problemas.

3. El manejo inadecuado de las aguas residuales que se realiza en la Planta de Tratamiento Las Esclusas, incrementa el riesgo sanitario. Esta hipótesis plantea que un inadecuado tratamiento de las aguas residuales no solo genera contaminación y la proliferación de plagas, sino también es un riesgo potencial de afectación a la salud de quienes habitan en zonas aledañas.

4. La ciudadanía se encuentra insatisfecha con el manejo de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil. Esta hipótesis plantea que la población local desaprueba la gestión que se realiza actualmente, esto debido a que los problemas asociados con el colapso del servicio y las inundaciones durante la época invernal, se registran de manera recurrente cada año en diferentes sectores de la ciudad.

5. Las acciones de la ciudadanía relacionadas con la gestión de desechos acentúan los problemas asociados con el manejo de aguas residuales. La quinta hipótesis sugiere que los ciudadanos que realizan una gestión inadecuada de desechos sólidos (sacar los desperdicios fuera del horario de recolección establecido, arrojar desperdicios en la calle o las alcantarillas, entre otros) contribuyen de manera directa o indirecta en agravar los problemas señalados, puesto que conlleva al colapso del sistema de alcantarillado.

6. La mejora en la gestión de aguas residuales no solo depende de las acciones internas sino también de la colaboración de la ciudadanía. Esta última hipótesis sugiere que para lograr un manejo eficiente de aguas residuales es necesario que apliquen mecanismos que permitan mejorar los procesos de tratamiento, y a la par se realicen acciones para concientizar a la ciudadanía sobre la importancia de realizar una correcta gestión de desechos.

Con base a lo expuesto, se buscará indagar sobre la forma en que se realiza actualmente el manejo de aguas residuales en la Planta de Tratamiento Las Esclusas, con la finalidad identificar las principales falencias existentes que conllevan a los problemas previamente

señalados. Así mismo, se pretende conocer la opinión de expertos en el área y recabar la información necesaria que permita establecer un diagnóstico exacto de la realidad del problema para recomendar acciones que contribuyan a mejorar la eficiencia en la gestión.

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Se justifica el presente estudio dado a la necesidad por establecer acciones mejoradas en cuanto a las aguas residuales de la ciudad de Guayaquil, particularmente en la Planta de Tratamiento las Esclusas ubicada en la zona sur de la urbe porteña, teniendo en consideración que existen algunos aspectos que dejan en evidencia el incompleto tratamiento de las aguas residuales, lo cual se identifica como una causal de riesgo desencadenante de algunos escenarios que ponen en peligro tanto la salud de los habitantes ante siniestros derivados por el colapso de la actual planta en funcionamiento, así como es un factor que afecta directamente a la flora y fauna en situaciones en las que las aguas residuales llegan indiscriminadamente a invadir y acumularse en áreas donde existen especies animales y vegetales importantes para el equilibrio del entorno.

El aporte práctico de esta investigación se identifica particularmente en la propuesta que se busca diseñar, la cual está direccionada a determinar aspectos mejorados para garantizar que la gestión de manejo de las aguas residuales en el sector sur de la ciudad, permita garantizar que los habitantes de esta zona cuenten con un sistema que le ayude a derivar las aguas residuales que se han determinado cuentan con una alta carga de residuos orgánicos que provenientes tanto de las industrias y viviendas de otras latitudes de la ciudad, lo que pone en peligro tanto el desarrollo social, como el bienestar de estas personas que deben lidiar con algunos escenarios socio-económicos desfavorables.

La justificación teórica se identificará a lo largo de la información plasmada a través de citas y referencias obtenida del análisis documental en el cual se expongan los procesos del manejo de las aguas residuales de manera eficiente y otros tópicos que sirvan de referencia al momento de diseñar la propuesta de gestión mejorada aguas residuales: Caso Planta de Tratamiento las Esclusas. En lo que respecta a la justificación metodológica, se determina que a través del análisis de contenido en conjunto con la información primaria que se obtenga, será posible conocer la percepción pública sobre el manejo de las aguas residuales que se da en la ciudad de Guayaquil, datos que permitirán consecuentemente aportar sobre el diseño de la propuesta para la Planta de Tratamiento las Esclusas.

La conveniencia y relevancia social de esta investigación se justifica en primer lugar por la disponibilidad previa de información que existe sobre la Planta de Tratamiento las Esclusas desde diversas fuentes secundarias tales como informes, investigaciones de otros autores, y proyectos que servirán de referencia para direccionar el estudio; la relevancia social se identifica desde la perspectiva en la cual a través de este proyecto de materializarse, se logrará contribuir a mitigar una problemática que afecta a muchas personas en el sector sur de la ciudad, por ende, con el objetivo de atenuar los efectos a largo plazo se determina necesario el presente estudio.

¿Cómo es el los procesos de manejo de aguas residuales, a través de un análisis documental?

¿De qué manera es posible la opinión de expertos respecto al manejo de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil, por medio de la aplicación de grupos focales?

¿Cuáles son las soluciones para la gestión eficiente de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil?

## **OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar una propuesta de gestión del manejo de aguas residuales para la Planta de Tratamiento Las Esclusas.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Sintetizar los procesos de manejo de aguas residuales, a través de un análisis documental.
2. Analizar la opinión de expertos respecto al manejo de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil, por medio de la aplicación de grupos focales.
3. Establecer soluciones para la gestión eficiente de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil.

## MARCO TEÓRICO

En el apartado correspondiente al marco teórico se realiza un análisis a profundidad de las diferentes aportaciones realizadas por otros autores que hayan abordado una temática de estudio similar, de este modo no solo se logrará obtener un sustento bibliográfico, sino que además se conocerán los antecedentes de la investigación, respecto a cómo se ha abordado esta problemática hasta la fecha. Así mismo, se realiza un análisis de las diferentes teorías y conceptualizaciones relacionadas con las variables de estudio, como son: la gestión del manejo de aguas residuales.

Por lo tanto, se procede a referenciar y analizar los antecedentes de estudio:

En primer lugar se toma como referencia el trabajo desarrollado por Cueva y Eras (2021), quienes realizaron una investigación respecto al manejo de aguas residuales en un cantón de la provincia de Pichincha. El objetivo general de este trabajo se basó en diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad seleccionada como universo de estudio. En este caso, los autores describieron como situación de la problemática el mal manejo que hasta la fecha se venía realizando en dicha zona, puesto que según manifestaron, las aguas residuales usualmente eran vertidas en cuerpos de agua dulce, lo que conlleva a un incremento en los niveles de contaminación y un mayor riesgo para la salud de la población.

A partir de una investigación de campo, los autores lograron diagnosticar la situación actual de la zona e identificar las necesidades existentes. Dicha información, les sirvió como referente para proponer una alternativa de solución basada en el dimensionamiento e implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Así mismo, lograron concluir que el uso del coagulante-floculante es el más efectivo para los procesos de tratamiento de las aguas (Cueva & Eras, 2021).

Otro de los trabajos referenciados es el de Castro y Criollo (2021), quienes realizaron una analizar el manejo de aguas residuales que se realiza en una localidad del cantón de la provincia de Tungurahua. En consecuencia, el objetivo general de este trabajo se centró en evaluar la gestión de la planta de tratamiento encargada de del manejo de las aguas residuales.

Según señalaron los autores, gran parte de la población que habita en las zonas rurales de la provincia de Tungurahua, se ve afectada por la falta de acceso a servicios de

saneamiento y alcantarillado; mientras que en las comunidades en las que se han implementado plantas de tratamiento de aguas residuales, en su mayoría no cuentan con las condiciones necesarias para proporcionar un servicio de manejo eficiente. A través de la investigación de campo los autores corroboraron que los niveles de aceite y grasas presentes en el agua tratada en dicha planta eran mayores a los límites que permite la norma, en consecuencia, era necesario que se apliquen medidas correctivas (Castro & Criollo, 2021).

También se revisó el trabajo realizado por Cruz (2018), quien realizó una investigación para identificar los riesgos asociados a las actividades que se realizan en la planta de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas, con el objetivo de diseñar un plan de mitigación de riesgos. De acuerdo con el autor, además de los riesgos físicos asociados a cualquier actividad industrial, existe un alto riesgo para la salud de los colaboradores y para los habitantes que residen en los sectores aledaños, esto debido a la presencia de microorganismos y la presencia de plagas que proliferan en aguas estancadas. Según el autor, un mal manejo de las aguas residuales puede derivar en el incremento de estos riesgos, en consecuencia, es necesario que se apliquen medidas para mejorar la gestión y para prevenir incidentes relacionados.

Finalmente, se tomó como referencia el trabajo desarrollado por Morán (2019), quien realizó pruebas de laboratorio para identificar el tipo de microorganismos presentes en las aguas residuales que se someten a tratamiento en la planta Las Esclusas. Los resultados obtenidos de su investigación le permitieron determinar que los microorganismos presentes son de tipo bacteriano (bacterias mesófilas). Según la autora, es necesario considerar parámetros asociados con los grados de temperatura (superiores a 30 °C) y el pH para la remoción de estos microorganismos durante el proceso de tratamiento que se lleva a cabo en esta planta (Morán, 2019).

## **Bases Teóricas**

### **Gestión de manejo de aguas residuales**

Al hacer referencia al manejo de aguas residuales es posible determinar que conlleva un conjunto de procedimientos en los que con una red de distribución e infraestructura a través de la cual se receiptan todas las aguas negras provenientes de los hogares, industrias y demás, permiten el tratamiento de estas (Fernández, 2021).

Particularmente la gestión de aguas residuales inicia posterior a la recepción con el cribado de estas que en otras palabras sirve como un tamiz en él se separan los objetos de mayor tamaño que podrían estar presentes, esta acción preliminar facilita las tareas siguientes.

Tomando en consideración que estas aguas contienen diversos microorganismos de características patógenas, conforme han pasado los años se han determinado procedimientos mucho más exhaustivos para hacer más eficiente la gestión de estas y así garantizar el mínimo impacto tanto ambiental como en materia de salud de estas aguas Jacobo (2018).

Los problemas que se suelen determinar en relación a la gestión de las aguas residuales radican principalmente en la garantía que las entidades encargadas de esta tarea apliquen, así como de la responsabilidad que las empresas y grandes industrias manejan, teniendo en consideración que estas últimas muchas veces no tienen están conectadas directamente a una red descarga hacia las plantas de tratamiento, lo que desencadena en que estas aguas vayan a parar a ríos, mares, lagunas, por mencionar algunos ejemplos (Moral, et al., 2020).

Particularmente otras de las actividades que se incluyen como parte de la gestión de las aguas residuales abarcan, el desengrasado; separación de partículas de arena; aplicación de reactivos alcalinos para incrementar el pH de los residuos ácidos, lo que se conoce como neutralización; la decantación que a di referencia del cribado permite la separación de residuos de densidades disímiles, donde los elementos más pesados o densos por gravedad paran al final del decantador; y no menos importante el tratamiento biológico que implica la eliminación de los contaminantes empleando microorganismos (Saravia, 2017).

### **Planta de tratamiento de aguas residuales**

Las plantas de tratamiento de aguas residuales conforman parte del sistema para la gestión integral de estas, caracterizadas por estar estructuradas bajo una arquitectura específica que permita llevar a cabo la recepción, procedimientos físicos-químicos, así como el análisis y tareas biológicas con las que se separan y descartan los contaminantes que se encuentran en las también denominadas aguas negras (Moreira, Campos, & Rosales, 2020).

Si bien dentro de estas estructuras se busca aplicar todos los procesos descritos en la gestión con la finalidad de obtener nuevamente agua para destinarla a otras tareas como el riego, limpieza de superficies, por mencionar algunos ejemplos, la calidad con la que se aplique las acciones respectivas será de suma importancia para mitigar cualquier agente contaminante hacia el medio ambiente, y sobre todo que sea potencialmente peligroso para la vida humana y silvestre.

Particularmente al diseñarse estas infraestructuras, los arquitectos e ingenieros deben tener presente algunos aspectos como por ejemplo los principios de coagulación-floculación, las cuales son técnicas específicas de características químicas, y que se aplican previo al tratamiento físico en el que se busca en primera instancia separar los componentes presentes en el agua, para ello, dentro de las plantas de tratamiento con cada uno de los contenedores disponibles se almacena el agua para que se sedimente y se filtre varias veces, lo cual contribuye a la mitigación de las partículas (Campo, Delgado, Roa, Mora, & Carreño, 2018).

Los métodos biológicos de tratamiento de agua se pueden utilizar con varias técnicas de separación mecánicas o basados en la gravedad. En la depuración del agua, el ciclo de esta se puede cerrar mediante una membrana semipermeable y métodos de evaporación, que permiten reutilizarla de forma rentable (Peña, Mayorga, & Montoya, 2018).

Otro aspecto importante de destacar radica en especificar que los procesos de tratamiento de agua potable demanda de muchos procedimientos previos que deben cuidarse de parte de los técnicos y responsables de esta gestión, ya que puede existir toda una infraestructura capaz de procesar miles de litros al día, sin embargo, dependiendo del volumen del agua, cantidad de sólidos que se encuentren en estos, repercutirá a que los principios coagulación y floculación y demás acciones generen en resultado esperado, especialmente para garantizar que se cumplan con los parámetros de seguridad hacia el medio ambiente y consecuentemente hacia el ser humano (Tamayo, 2021).

### **Tratamiento de las aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales industriales es un desafío inevitable para muchos países, ciudades y sobre todo para los operarios de las plantas, ya que las aguas residuales son un subproducto de varios procesos domésticos, comerciales e industriales, y a pesar de que es posible la reutilización de aguas residuales en la producción secundaria y aumentar la eficiencia, la única opción es ejecutar estos procesos en los sistemas de alcantarillado o en la naturaleza. Pese a lo previamente acotado, como una de las tantas

limitantes que se identifican sobre esta acción, son las regulaciones estrictas con respecto a las personas y la naturaleza hacen que el manejo de las aguas residuales sea costoso y complicado (Ferrer, Torrecillas, & Robles, 2018).

Particularmente a través de este tipo de tratamiento se posibilita la optimización de los procesos como:

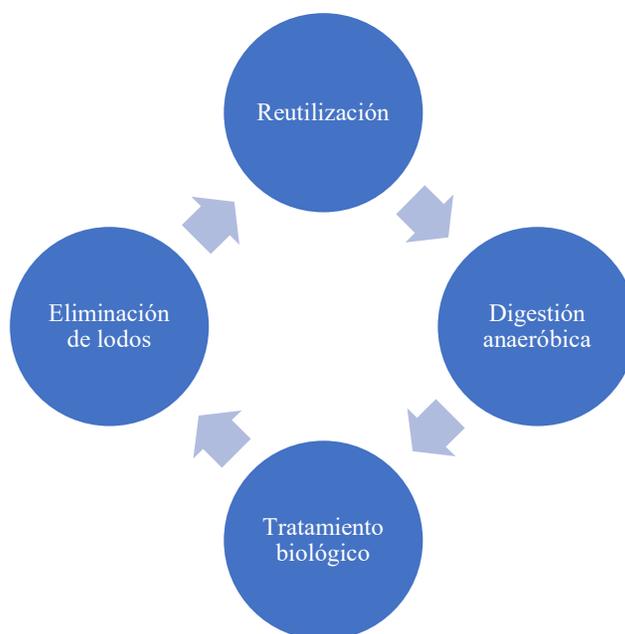


Figura 1. Procesos de tratamiento de aguas residuales

-Reutilización de aguas residuales: El reprocesamiento o reciclaje de aguas residuales tiene dos beneficios: reduce el suministro de agua y minimiza los costos de las emisiones de aguas residuales. Para que las aguas residuales se reciclen de manera segura como agua industrial, deben tratarse de acuerdo con su uso futuro, lo que incluye procesos como flotación, precipitación y filtración (Duque, Heras, & Lojano, 2018).

-Digestión anaeróbica: Un proceso de pretratamiento de aguas residuales eficiente cuando el consumo de oxígeno químico de las aguas residuales es alto, por ejemplo, en la industria de la pulpa y el papel. En la digestión anaeróbica, parte de la carga orgánica se convierte en biogás. El control efectivo de la digestión anaeróbica requiere un estrecho seguimiento de varios parámetros durante el proceso (Jaimes & Vera, 2018).

-Tratamiento biológico: A menudo, después de la digestión anaeróbica, las aguas residuales con una alta carga orgánica, como las aguas residuales de la industria alimentaria, se tratan biológicamente para reducir el contenido orgánico. Asegurar las condiciones adecuadas para la actividad biológica es el principal desafío en el

procesamiento biológico. Lo más importante es, por ejemplo, un control estricto de parámetros como los niveles de amoníaco, nitrato y oxígeno (Jaimes & Vera, 2018).

-Eliminación de lodos: El tratamiento de lodos costoso y complejo implica procesos como el espesamiento y la deshidratación. La efectividad de ambos depende del control preciso de parámetros como flujo, sólidos suspendidos y densidad para asegurar un uso óptimo de aditivos y acondicionadores (Jaimes & Vera, 2018).

El reprocesamiento o reciclaje de aguas residuales tiene dos beneficios: reduce el suministro de agua y minimiza los costos de las emisiones de aguas residuales. Para que las aguas residuales se reciclen de manera segura como agua industrial, deben tratarse de acuerdo con su uso futuro, lo que incluye procesos como flotación, precipitación y filtración (Quispe & Casimiro, 2019).

## METODOLOGÍA

### MATERIALES Y MÉTODO

La presente investigación se centra en un estudio de caso, el mismo que consiste en un análisis a profundidad de las opiniones de expertos, la problemática relacionada con la gestión del manejo de desechos y el funcionamiento de la Planta de Tratamiento Las Esclusas en la ciudad de Guayaquil.

Para llevar a cabo el estudio, se trabaja con un tipo de investigación descriptivo, considerando que se pretende obtener información a profundidad que permita describir cómo se desarrollan los procesos de manejo de aguas residuales en la planta de tratamiento Las Esclusas localizada en la zona sur de la ciudad de Guayaquil, así como también conocer la opinión de expertos en la materia.

En este sentido, según lo manifestado por Pereyra (2020), “La investigación descriptiva se refiere a la investigación que provee un retrato preciso de las características de un individuo en particular, de una situación, o de un grupo” (p. 94).

La aplicación de este tipo de investigación permite describir a detalle aspectos relacionados con la situación del problema analizada, y obtener información complementaria a partir de los aportes que realicen los involucrados.

Con respecto al diseño de investigación, es de tipo no experimental de corte transversal, considerando que para hacer el levantamiento de la información no se pretende realizar la manipulación deliberada de las variables de estudio (Hernández, y otros, 2018). Así mismo, la aplicación del instrumento de investigación se realiza en un momento único.

En cuanto al enfoque de investigación, de acuerdo con la naturaleza del estudio, se trabaja con un paradigma cualitativo, puesto que se pretende obtener información complementaria que permita describir la situación actual con respecto al manejo de aguas residuales en la planta de tratamiento Las Esclusas. En este caso, se aplica una modalidad de estudio documental y de campo, con la cual se buscará recabar información a partir de fuentes secundarias y primarias.

Con respecto a los métodos de investigación aplicados, son de tipo deductivo-inductivo y el método analítico. En primer lugar, se trabaja con un método deductivo considerando que se llevó a cabo un análisis general de las bases teóricas relacionadas con la gestión del manejo de aguas residuales y las funciones que se realizan en una planta de tratamiento. Por otra parte, se emplea el método inductivo puesto que la investigación se centra en el análisis de una situación problemática en particular detectada en la planta de tratamiento Las Esclusas.

Según Rodríguez y Pérez (2017), “El análisis es un procedimiento lógico que posibilita descomponer mentalmente un todo en sus partes y cualidades, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes” (p. 186).

A partir del método analítico se realiza un análisis a profundidad de cada una de las variables que componen el tema de investigación, de este modo se podrá conocer eventos retrospectivos, así como con eventos significativos que están ocurriendo actualmente respecto al manejo de aguas residuales en el lugar de estudio.

La población de estudio, está conformada por 11 expertos en materia de manejo de aguas residuales, en cuyo caso se seleccionará a personas que laboren o que hayan trabajado en una planta de tratamiento, con el propósito de conocer su opinión respecto a la materialización de este tipo de proyectos y su gestión.

En cuanto a las técnicas para la recolección de la información, se trabajará con el focus group que se realizó con cuatro expertos en materia de manejo de aguas residuales; en este caso, se utilizó un guión de preguntas abiertas para obtener información a profundidad respecto a las percepciones y opiniones de los expertos, según la estructura que se muestra en la tabla N°1.

### Ítems por variables

Variable manejo de aguas residuales (X) y Eficiencia en la gestión (Y):

Dependiente	Independiente
Realizar una autoevaluación para que la empresa pueda reconocer el rendimiento y desarrollar estrategias.	Optimizar la utilización de los recursos naturales, teniendo en cuenta las características técnicas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Las Esclusas
Evaluar la tecnología implementada en la planta	Complementar con información primaria, la información secundaria existente, con el fin de poder caracterizar el medio ambiente de la zona donde quedará ubicada la planta.
Revirar los datos para evaluar el desempeño de la planta y determinar que ajustes son necesarios en pro de mejorar más la eficiencia.	Evaluar cualitativamente los impactos producidos por el proyecto, de tal manera que se establezca el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas y los contextos sociales.

Nota: Elaboración propia

La eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales es considerada uno de los mayores desafíos para los operadores de estas instalaciones, ya que deben asegurarse de que los sistemas funcionen correctamente con nuevo equipo y tecnologías, los costes serán demasiado elevados.

Cumplir las normativas medioambientales y aumento de la productividad, son los objetivos principales de toda planta de tratamiento. Por tanto, la instalación de un sistema de control distribuido no sólo aumenta la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales, sino que también le permite almacenar décadas de datos de proceso con acceso a tiempo real.

Tabla 1. Guión de preguntas para grupo focal

Nº	Tipo de preguntas	Preguntas
1	Datos de información general	Con base a su experiencia, puede indicar ¿Qué factores inciden en el manejo de aguas residuales?
2		¿Cuál es su opinión respecto a los problemas que se registran en la ciudad de Guayaquil sobre el manejo de las aguas residuales?
3		¿Cuáles considera que son las posibles causas de los problemas asociados con el manejo de aguas residuales que se realiza actualmente?
4		¿Por qué cree usted que la Municipalidad y las entidades encargadas no han logrado solucionar los problemas que se registran año a año en la ciudad de Guayaquil respecto al manejo de las aguas residuales?
5	Preguntas específicas	¿Considera que existen falencias en la gestión que se realiza actualmente?

6		¿Cómo afecta al medio ambiente el mal manejo de las aguas residuales?
7		¿Cómo afecta a la población el mal manejo de las aguas residuales?
8		¿Qué tan grave es el impacto asociado con el mal manejo de las aguas residuales en la ciudad?
9		¿Cómo califica la gestión que se realiza en la planta de tratamiento Las Esclusas? ¿Existen factores que se deben corregir o mejorar?
10		Si no se aplican mejoras sobre el manejo de las aguas residuales ¿Cuál sería el futuro de la ciudad de Guayaquil en este tema?
11	Preguntas de cierre	¿Qué acciones deben seguir las autoridades encargadas para corregir los problemas asociados con el manejo de aguas residuales que se realiza en la planta de tratamiento Las Esclusas?
12		¿Considera que la ciudadanía puede contribuir con acciones específicas para evitar que se agrave la problemática asociada con el manejo de aguas residuales? De ser así ¿Qué acciones podrían seguir?
13		¿Conoce casos de éxito a nivel regional en los que se hayan implementado soluciones efectivas para optimizar los procesos de tratamiento de aguas residuales? ¿Puede proporcionar un ejemplo?
14		¿Qué soluciones recomienda implementar para optimizar el manejo de las aguas residuales en una planta de tratamiento?

Nota: Elaboración propia

## RESULTADOS

A partir de la aplicación de las entrevistas a los diferentes expertos consultados, se obtuvo información relevante con base a su percepción sobre los problemas relacionados con el manejo de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil, los factores que influyen en la gestión que se realiza, las principales falencias, los efectos e impactos asociados con un mal manejo, las necesidades de mejora y las posibles soluciones que pueden aplicarse.

Como primera interrogante, se consultó a los expertos su opinión sobre los posibles factores que inciden en el manejo de aguas residuales, de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

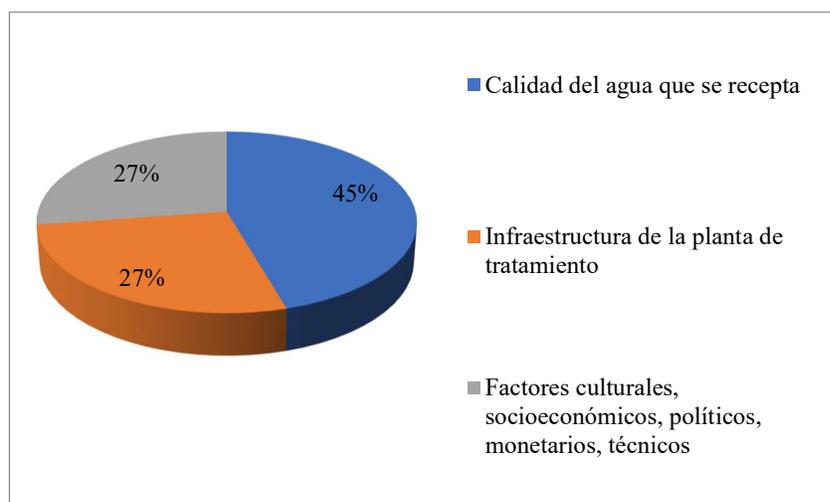


Figura 2. Factores que inciden en el manejo de aguas residuales

En este caso, los factores con los que coincidió la mayoría de entrevistados fueron la calidad del agua que se receipta, puesto que como parte del proceso de manejo es necesario realizar el debido tratamiento, para ello es necesario determinar el grado de contaminantes. En este sentido, según aportó uno de los expertos, se toma en consideración los factores físico-químicos del agua, tales como “el pH, sales, cantidad de metales pesados, hidrocarburos, fertilizantes”, entre otros componentes que pueden estar presentes en agua residual.

Por otra parte, otro de los expertos consultados señaló que la infraestructura de la propia planta de tratamiento es factor importante, puesto que es necesario que se cumplan con las exigencias que se establecen en el marco regulatorio, a fin de que estas instalaciones cuenten con los equipos necesarios para llevar a cabo los procesos de captación y tratamiento. En este sentido, es imperativo destacar una de las aportaciones de uno de los

entrevistados quien mencionó que “existe muy poca oferta de plantas de tratamiento versus la demanda existente”.

Entre otros factores que se destacaron según la aportación de los expertos, se encuentran: los factores culturales, socioeconómicos, políticos, monetarios, técnicos y ambientales, que forma directa o indirecta pueden incidir sobre el manejo de las aguas residuales.

Con respecto a la segunda interrogante en la que se solicitó la opinión de los entrevistados sobre los problemas que se registran en la ciudad de Guayaquil en el manejo de las aguas residuales, se identificó que uno de los problemas radica en el mal manejo que realizan las industrias, puesto que según indicó uno de los expertos, existen empresas que vierten en la red de alcantarillado las aguas que se generan de los procesos de producción que realizan esto sin un tratamiento previo, es decir que contienen una elevada carga de residuos que contaminan los afluentes.

Otros expertos señalaron otros problemas sobre el manejo de las aguas residuales a diversos factores, entre ellos se destaca la sobredemanda del servicio y la limitada capacidad de respuesta de las plantas de tratamiento que se encuentran en funcionamiento, puesto que Guayaquil es una ciudad que se encuentra en constante expansión y crecimiento, lo que hace que exista un desfase a nivel de cobertura. La existencia de sistemas vetustos y con infiltraciones en la red de tuberías y otros componentes, el incumplimiento a las normas y el hecho de que sea una ciudad plana son aspectos que dificultan los procesos de captación y tratamiento.

En la tercera interrogante, se consultó las posibles causas a las que se atribuyen los problemas antes mencionados. En este caso, se destacaron cuatro aspectos esenciales: 1) la falta de tratamientos previos por parte de las industrias que permitan reducir la carga de contaminantes, 2) la falta de recursos humanos e infraestructura con mayor capacidad que permita abastecer la demanda de servicio existente, 3) un manejo inadecuado para las necesidades locales, puesto que no se realiza una separación según el tipo de agua residual, 4) la falta de cultura y colaboración por parte de la sociedad.

En otro apartado, también se consultó a los expertos su percepción con respecto a las posibles causas por la que las autoridades competentes no han logrado solucionar los problemas que se registran anualmente con relación al manejo de las aguas residuales en la ciudad. En sentido, algunos entrevistados coincidieron en que la falta de control y la aplicación de políticas estrictas para las industrias y la comunidad es uno de los limitantes.

Otros expertos señalaron que no se está realizando el tratamiento adecuado y por ello no se han logrado solucionar los problemas recurrentes, esto según manifestó uno de los expertos consultados “la respuesta no es drenar el lodo sin curar o tratar y mitigar las aguas que entran al río provenientes de alcantarillados e industrias”.

Además también se destacó la falta de inversión, la falta de personal, la falta de una adecuada planificación para incrementar la capacidad de captación y tratamiento frente a la constante expansión de la ciudad y uno de los entrevistados destacó la mala administración que ha existido hasta la fecha.

Por otra parte, sobre la quinta interrogante se consultó a los expertos si consideran que existen falencias en la gestión del manejo de aguas residuales que se realiza actualmente, en cuyo caso se obtuvieron los siguientes resultados:

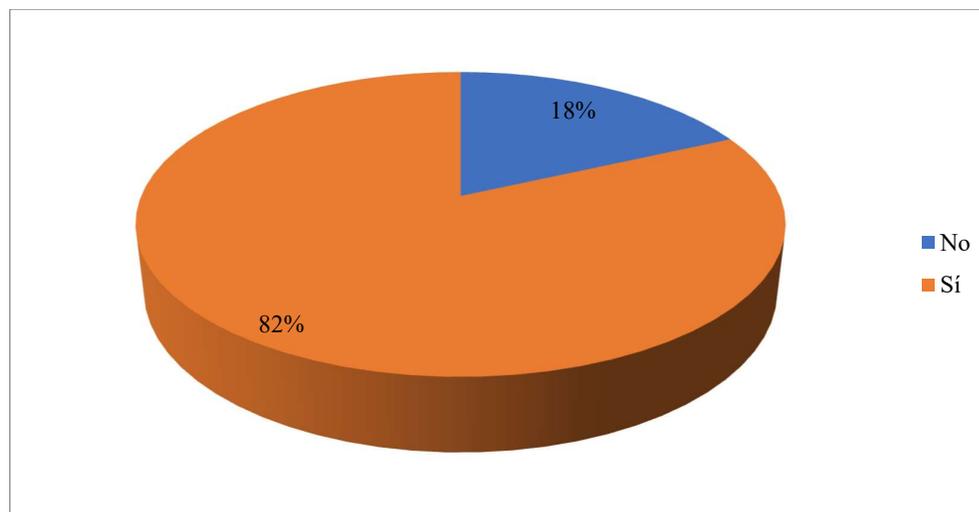


Figura 3. Falencias en la gestión del manejo de aguas residuales

En este caso se obtuvieron respuestas que se contraponen, puesto que a pesar de que dos expertos piensan que no necesariamente existen falencias a nivel interno, los nueve entrevistados restantes coincidieron en que sí existen falencias; algunos destacaron que existen varios problemas mientras que otros resaltaron que existen problemas localizados en determinados sectores.

Con respecto a las afectaciones al medio ambiente asociadas con el mal manejo de las aguas residuales la mayoría de los expertos destacó como primer punto la contaminación que se genera sobre el suelo y los afluentes de agua. Según mencionó uno de los expertos las aguas residuales con alta carga de contaminantes pueden generar

inestabilidad en el pH lo que a su vez produce una afectación sobre los organismos y microorganismos de los ecosistemas acuáticos.

Otro de los expertos coincidió en que el mal manejo de aguas residuales puede alterar el ecosistema marino, puesto que posee una alta nitrificación de lo cual deriva la proliferación de algas que producen hipoxia en el agua y con a su vez afecta a diversas especies marinas. En otra de las aportaciones se destacó que la mala gestión afecta la calidad del agua de los ríos, lo que no solo constituye un riesgo para las especies, sino también para los seres humanos puesto que son fuentes de agua que posteriormente se utilizan para otros fines de consumo.

Al consultar a los entrevistados su opinión sobre ¿cómo afecta a la población el mal manejo de las aguas residuales?, los expertos coincidieron que la mayor afectación se evidencia a nivel de salud y sobre la calidad de vida de las personas.

En el primero de los casos, señalaron que la carga de agentes contaminantes en el agua que se consume puede provocar enfermedades de tipo gastrointestinales como el cólera, diarrea, tifoidea, entre otras. También puede generar afecciones de tipo dermatológicas por la presencia de diferentes patógenos en el agua.

En cuanto a la afectación a la calidad de vida, algunos expertos señalaron que la acumulación de aguas residuales genera malos olores que afectan a la comunidad que reside en las zonas aledañas, esto también lo asocian con un envenenamiento progresivo, es decir que también puede ocasionar problemas a nivel de salud. La disminución en la disponibilidad de agua para consumo humano es otro de los problemas que afecta la calidad de vida de la población.

En cuanto a la gravedad del impacto asociado con el mal manejo de las aguas residuales en la ciudad, según la mayoría de los expertos coincidió en que el impacto es grave ya que afecta de distintas formas tanto al medio ambiente como a la población en general, un entrevistado calificó el impacto en un nivel moderado, otro experto señaló que desde su percepción “no es grave el impacto”, mientras que otro entrevistado indicó que para determinar con exactitud el nivel de impacto es necesario realizar estudios a mayor profundidad.

También se solicitó a los expertos su opinión sobre la gestión que se realiza en la planta de tratamiento las Exclusas, en cuyo caso se obtuvieron los siguientes resultados:

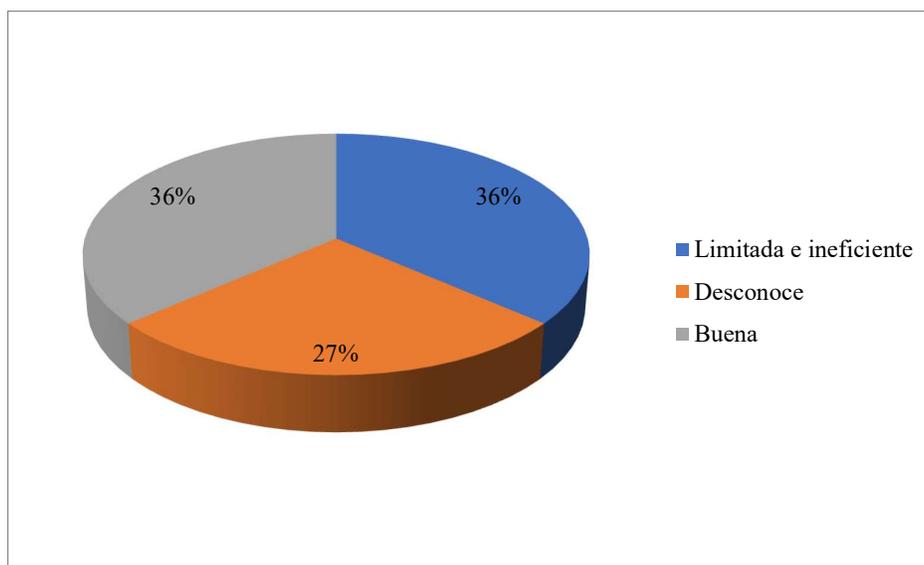


Figura 4. Calificación de la gestión que se realiza en la planta de tratamiento Las Esclusas

Sobre esta interrogante cuatro expertos calificaron la gestión como limitada e ineficiente, ya que existen aspectos que no se están abordando actualmente como la contaminación por aire, el uso de tecnologías más eficientes o la aplicación de medidas para incrementar la capacidad de operación.

En contraposición tres expertos consideran que la gestión que se realiza es buena y sugieren que a mediano y largo plazo va a ayudar a solucionar los problemas de tratamiento de aguas residuales que presenta la ciudad. Otros cuatro expertos se abstuvieron de dar una opinión puesto que señalaron que desconocen la gestión que se realiza en la planta de tratamiento Las Esclusas.

Con respecto a los posibles escenarios a largo plazo, se consultó a los expertos ¿Cuál sería el futuro de la ciudad de Guayaquil en este tema en caso de no aplicarse mejoras en el manejo de las aguas residuales?, en cuyo caso la mayoría de los entrevistados coincidió en que de no aplicar las medidas necesarias es posible que se incrementen los niveles de contaminación del suelo y principalmente de las cuencas de agua (el estero y la ría), también se vería afectada la biodiversidad marina, la pérdida de especies endémicas, afectaciones para la salud de las personas, un mayor deterioro de las fuentes hídricas y con ello a su vez se vería una reducción de la disponibilidad de agua para el consumo.

A nivel particular, uno de los expertos consultados señaló que en caso de aplicarse las mejoras que se requieren actualmente, los escenarios a largo plazo podrían ser favorables, puesto que según su opinión es posible “recuperar el paisaje del Estero a largo plazo”.

Por otra parte, se consultó a los entrevistados ¿Qué acciones deben seguir las autoridades encargadas para corregir los problemas asociados con el manejo de aguas residuales que se realiza en la planta de tratamiento Las Esclusas?, a esta interrogante se obtuvieron diversos aportes: varios expertos coincidieron en la importancia de que se implementen mejores mecanismos de seguimiento y control para determinar con exactitud el grado de eficiencia con que trabaja la planta de tratamiento y a partir de ello diseñar planes de acción que respondan a las necesidades existentes.

Entre otras opiniones también se destacó la importancia de aplicar el marco regulatorio existente y trabajar a la par con el sector privado, esto podría a su vez ayudar a mejorar la oferta de servicio. También hubo entrevistados que señalaron la necesidad de educar a la población, concientizar sobre los problemas relacionados con el manejo de las aguas residuales y los posibles beneficios que se obtendrían con su colaboración.

También se consultó a los expertos si consideran que la población en general puede aportar con acciones para hacer frente a esta problemática, en cuyo caso se obtuvieron los siguientes resultados:

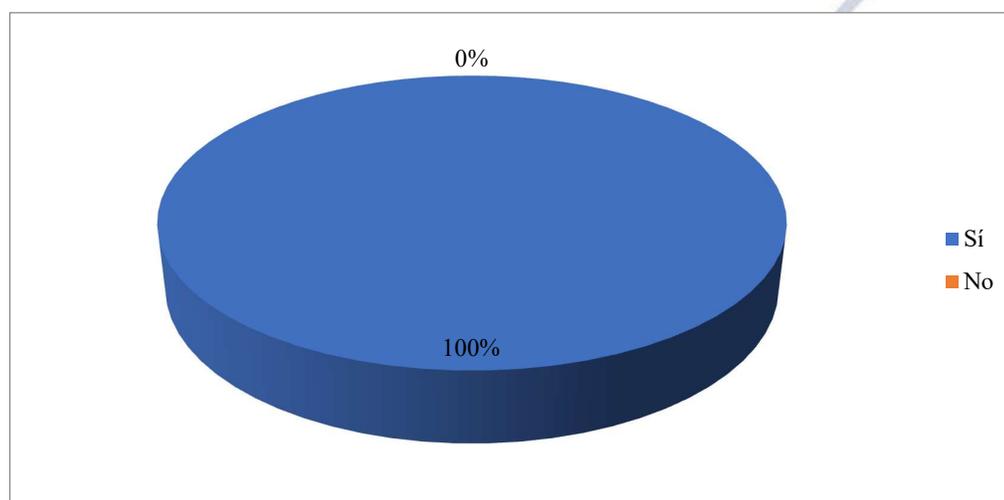


Figura 5. Aportación de la ciudadanía

A esta interrogante los entrevistados señalaron que sí es posible, pero destacaron que se necesita educar a la comunidad en temas ambientales para generar una cultura de cuidado ambiental a mediano y largo plazo.

Según uno de los expertos consultados, gran parte de los problemas que existen actualmente sobre el manejo de las aguas residuales se debe a que la población arroja los desechos en zonas no adecuadas y fuera de los horarios de recolección, esto deriva en que gran parte de los residuos terminen en las redes y estructuras de transporte de las aguas residuales taponándolas y ocasionando colapsos en el servicio. También destacaron la importancia de que no se vierta las aguas residuales directamente a los afluentes de agua, reducir el uso de químicos o desecharlos de forma adecuada, y notificar a las autoridades competentes cuando existan acumulación de aguas que generen malos olores.

Como uno de los aspectos importantes, se consultó a los expertos si conocen algún caso de éxito en cuanto al manejo de aguas residuales, de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

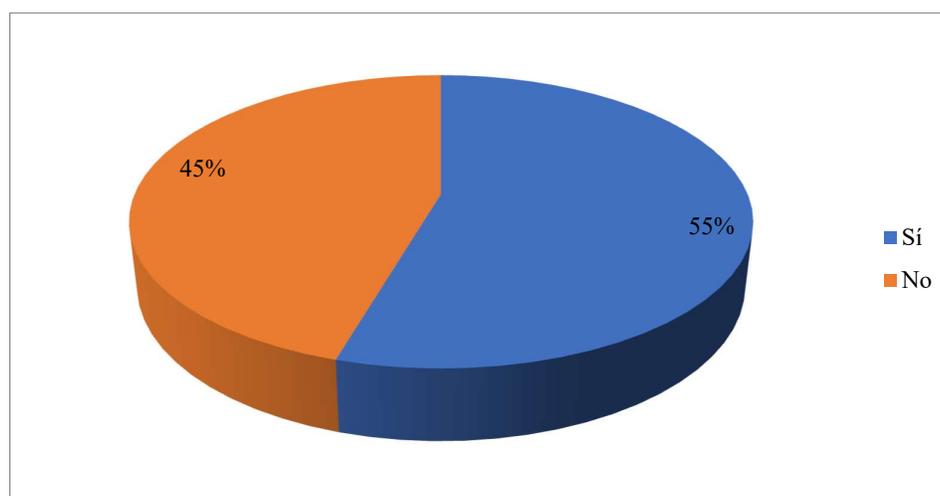


Figura 6. Conocimiento sobre casos de éxito en el manejo de aguas residuales

En este caso, se identificó que cinco entrevistados no conoce ninguno, uno de ellos argumentó que todos tienen falencias. Por otra parte, se destacaron proyectos implementados en Perú, en Bogotá y en Cuenca, algunos basados en la incorporación de lagunas de oxidación.

Finalmente se consultó ¿Qué soluciones recomiendan implementar para optimizar el manejo de las aguas residuales?, de lo cual se obtuvieron las siguientes aportaciones:

- Utilizar fauna que se alimente de metales pesados y no desprenda materia orgánica que afecte las aguas.
- Usar químicos para estabilizar el pH del agua.
- Implementar un plan de operación y de mantenimiento.
- Incrementar los puntos de control y realizar un seguimiento continuo.
- Llevar a cabo estudios a profundidad para conocer las falencias y a partir de ello diseñar un plan de acción a corto, mediano y largo plazo.
- Construir más plantas de tratamiento para satisfacer la demanda de servicio existente.

## CONCLUSIONES

Cada año se producen grandes cantidades de lodos en el tratamiento de aguas residuales industriales y municipales. Los lodos contienen agua y muchos compuestos diferentes, como nitrógeno y fósforo, pero también desechos peligrosos, como metales pesados y productos químicos, y a pesar de que en el mundo ya las soluciones técnicas para convertir los lodos de un subproducto en un recurso valioso ya existen, como por ejemplo convertir los subproductos ricos en nutrientes en biogás y utilizar el biogás, sin embargo, en algunas partes del mundo aún se carece tanto de los conocimientos técnicos, infraestructura, personal e infraestructura general para llevar a cabo mejores procesos y manejo de aguas residuales.

De acuerdo al objetivo general establecido previamente, se logró determinar en primer lugar que el desarrollo de una propuesta de gestión del manejo de aguas residuales para la Planta de Tratamiento Las Esclusas se torna indispensable, tomando en consideración la problemática ligada a esta gestión, así como al mantenimiento del alcantarillado que se ha percibido en esta zona de la ciudad de Guayaquil, y que de acuerdo a algunas referencias y estudios previos, se precisa de una propuesta a través de la cual se mitiguen no solo los efectos que se producen especialmente en temporadas invernales, sino también tratar de fomentar entre la población aledaña, un sentido mayor de responsabilidad sobre sus actividades y acciones que a la larga repercuten a la sociedad en general.

Con base a los objetivos específicos trazados para dar cumplimiento al objetivo general, en primer lugar, se procedió a sintetizar los procesos de manejo de aguas residuales, a través de un análisis documental, para esto se tomaron en primer lugar referencias desde artículos y proyectos de otros autores donde fue posible obtener algunos datos importantes como, por ejemplo, en el artículo de (Cueva & Eras, 2021) donde se identificó que el uso de coagulante-floculante es altamente efectivo para los procesos de tratamiento de aguas residuales, ya que es

un componente que ayuda en la separación de los compuestos que se encuentran suspendidos y disueltos en el agua, por lo que ayudan en el tratamiento de agua potable.

Sin embargo, dentro de la revisión bibliográfica también fue posible identificar algunos ejemplos de casos comunes de otras localidades en el Ecuador, donde algunas comunidades no cuentan con un proceso para la gestión y manejo de aguas residuales dado a la carencia de plantas de tratamientos para esto, y en otros localidades a pesar de contar con la infraestructura de una planta de tratamiento, se han evidenciado altos niveles de aceite y grasas presentes en las aguas tratadas, inclusive superiores a los porcentajes permitidos.

Particularmente al revisar las bases teóricas, el tópico sobre la gestión de manejo de aguas residuales y el ligado a la planta de tratamiento de aguas residuales, fue posible corroborar que es fundamental que no solo contar con una infraestructura que cumpla con todo el procedimiento técnico-operativo, sino que es fundamental disponer de un diseño en el que se tengan diversas consideraciones de acuerdo a cada fase que demanda el tratamiento de las aguas residuales inclusive previamente a que lleguen a la planta, esto especialmente hace referencia a la gestión que las ciudades, sus ciudadanos, empresas e industrias sobre este previo proceso, por lo que se precisa de acciones más conscientes y responsables para que sea mucho más eficiente la gestión de estas desde las plantas de tratamiento.

En cuanto al segundo objetivo, referente a la opinión de expertos sobre el manejo de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil, por medio de la aplicación de grupos focales, se logró determinar algunos puntos esenciales, como por ejemplo que los factores más influyentes para el manejo de aguas residuales son varios pero los de mayor impacto son la cantidad de contaminantes, factores químicos como el pH, inclusive algunos indicaron que el factor cultural también es significativo, ya que al no existir una cultura de correcta gestión o manejo, eso se transmite por generaciones al punto de que llega a ser una necesidad secundaria en algunas localidades.

De igual manera se logró identificar que los principales problemas derivados del manejo de aguas residuales en Guayaquil está relacionada a la alta carga de residuos orgánicos, otros atribuyeron a las características geográficas de la ciudad hacen que el agua no llegue con rapidez a las plantas de tratamiento, así como la sobredemanda de este servicio al ser una urbe de más de dos millones de habitantes; y esto también se enlaza a causales como el no uso de tratamientos para reducir la cantidad de metales pesados, materia orgánica, y pH en las aguas residuales, mezcla de canalizaciones aguas lluvias más desfogue industriales clandestinos por mencionar algunos ejemplos.

En cuanto al tercer objetivo específico direccionado a establecer soluciones para la gestión eficiente de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil, las alternativas que indicaron los expertos estuvieron relacionadas por ejemplo con: la introducción de fauna que se alimente de

los metales pesados para que logren contribuir con el tratamiento de las aguas residuales, sin embargo para esto también es importante saber seleccionar que microorganismo que en su proceso de alimentación de estos metales no desprenda o genere materia orgánica que contamine más o de otra manera las aguas ya tratadas, por lo que se demanda de un proceso también investigativo minucioso; otros manifestaron que es importante estudiar el comportamiento de algunos tipos de químicos que ayuden a estabilizar el pH del agua; establecer puntos de control direccionado a los ciudadanos y a las empresas para que la responsabilidad de un mejor tratamiento y manejo de esta sea mucho más compartida y no solo recaiga en las empresas o entidad que administra la planta de tratamiento, sin embargo para establecer esta y otras propuestas, también se precisa de estudios con recursos muchos más técnicos a través de los cuales sea posible definir propuestas mucho más reales.

Una vez definidas las conclusiones se procede a describir la discusión, para lo cual se contrastaron los resultados obtenidos del grupo focal, en relación a los trabajos de referencia y bases teóricas; siendo posible en primer lugar identificar que, al mencionar los procesos de manejo de aguas residuales, se determina que incluyen algunas fases que se dividen en tratamiento físico, biológico y químico (en los que se eliminan elementos como el hierro del agua potable; oxígeno de las aguas centrales; fosfatos y nitratos de las aguas residuales domésticas, de las empresas e industrias) (Moreira, Campos, & Rosales, 2020), sin embargo de acuerdo a los resultados obtenidos del grupo focal fue posible corroborar que en la actualidad dentro de la ciudad de Guayaquil aun el manejo de las aguas residuales demanda de mejores procedimientos ligados para su tratamiento y así reducir los metales pesados, crear y culminar plantas de tratamientos adicionales para abastecer la demanda dentro de la urbe y sobre todo contar con todo un equipo humano con experiencia para una mejor gestión de estas.

A su vez, dentro de estos se diferencian algunos procedimientos que son parte específica del tratamiento de las aguas residuales categorizados de la siguiente manera de a lo expuesto por (Tamayo, 2021) son; tratamiento primario dentro del cual se llevan a cabo la eliminación de los sólidos, a través de tareas de cribado o separación previa de todos los elementos grandes que se encuentran en las aguas residuales con el objetivo de facilitar las actividades posteriores; también se logra filtrar toda la arena, grava y sedimentación con lo cual se aprovechan y toman algunas muestras para efectuar las respectivas investigaciones y así determinar los niveles de elementos y contaminación del agua para definir los posteriores procedimientos de tratamientos.

En el segundo tratamiento abarca la activación a través de microorganismos biológicos para remover la materia orgánica, intervienen las camas filtrantes, placas filtrantes, uso de reactores; en el tercer tratamiento incluye la filtración, otro proceso de lagunaje donde a través de humedales artificiales se logra la remoción de nutrientes y desinfección por mencionar algunos procesos (Jacobo, 2018), sin embargo, en contraste a estos procesos del grupo focal aplicado, los participantes mencionaron que el manejo de las aguas residuales debe ser también

responsabilidad de la ciudadanía y que los municipios instruyan a sus habitantes, empresas e industrias a realizar una mejor disposición de estas.

En cuanto a las soluciones que se han identificado para la gestión eficiente de aguas residuales en la ciudad de Guayaquil, es posible determinar de acuerdo a los trabajos de referencia como el de Cueva y Eras (2021), en el que propuestas de solución basadas en el dimensionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales son las que permiten determinar de forma previa los posibles requerimientos de toda la infraestructura para poder lograr abastecer los requerimientos de ciudades como Guayaquil que cada vez se expande más a nivel geográfico, donde se precisan de proyectos que entren en funcionamiento para prever soluciones futuras y mitigar el impacto frente a la carencia de proyectos de esta categoría; de igual manera es posible determinar que se requieren de investigaciones diversas a través de las cuales se identifiquen el uso de elementos químicos para optimizar el proceso de tratamiento de estas aguas, tomando en consideración que se han identificado casos como el de la provincia de Tungurahua Castro y Criollo (2021), donde se corroboró que niveles de aceites y grasas eran mayores a los permitidos, demandándose de forma urgente medidas correctivas de la gestión interna de estas plantas.

Particularmente de los resultados del grupo focal en relación a las soluciones que los participantes consideran importantes para el manejo de las aguas residuales, las respuestas estuvieron direccionadas a llevar cabo más estudios para remediar falencias previo al funcionamiento total de la planta de Las Esclusas, establecer más áreas y criterios para el control, uso de faunas y químicos para estabilizar el pH del agua que llega a estas, por mencionar algunos ejemplos, lo que se contrasta con lo expuesto por Campo *et al.*, (2018).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J., & Valencia, J. (2021). Estudio de las características fisicoquímicas de aguas residuales en cuenca sur "Las Esclusas" mediante análisis estadísticos y dinámica de fluidos. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil.
- Brault, J.-M., & Marmanillo, I. (2020). Obtenido de Tres soluciones para una mejor gestión de las aguas residuales en Guayaquil, Ecuador: Obtenido de Banco Mundial:  
<https://blogs.worldbank.org/es/latinamerica/tres-soluciones-para-una-mejor-gestion-de-las-aguas-residuales-en-guayaquil-ecuador>
- Campo, Y., Delgado, M., Roa, Y., Mora, G., & Carreño, J. (2018). Evaluación preliminar del efecto del quitosano y cáscara de naranja en la coagulación-floculación de aguas residuales. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 1-8.
- Castro, F., & Criollo, R. (2021). Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la comunidad de Puñachizag, cantón Quero, provincia de Tungurahua. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Ambato.
- Cruz, R. (2018). Elaborar un plan de prevención, mitigación de los factores de riesgo en la planta de tratamiento de aguas residuales Las Esclusas, Guayaquil. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Cueva, S., & Eras, D. (2021). Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la población de la cabecera cantonal de Puerto Quito, cantón Puerto Quito, provincia de Pichincha. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Ingeniería Ambiental, Quito.

Duque, P., Heras, C., & Lojano, D. (2018). Modelamiento del tratamiento biológico de aguas residuales; estudio en planta piloto de contactores biológicos rotatorios. *Revista Ciencia UNEMI*, 1-10.

EMAPAG-EP. (26 de febrero de 2015). Descripción general del proyecto universalización del alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales del sistema sur de la ciudad de Guayaquil - Planta de tratamiento de agua residuales Las Esclusas y sus componentes complementarios. Obtenido de <https://www.emapag-ep.gob.ec/emapag/wp-content/uploads/2015/02/descripciongeneralproyecto1.pdf>

Fernández, J. (2021). Diagnóstico, Evaluación y Planteamiento de mejora en la planta de aguas residuales (PTAR) para una empresa procesadora de pescados y productos del mar en la ciudad de Guayaquil. UPS.

Ferrer, J., Torrecillas, A., & Robles, Á. (2018). Tratamientos biológicos de aguas residuales. Universitat Politècnica de València.

Hernández, A., Ramos, m., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). Metodología de la investigación científica. Madrid: 3Ciencias.

INEC. (2017). Obtenido de Gestión de Agua Potable y Alcantarillado: Objetnido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Municipios\\_2017/Agua\\_potable\\_alcantarillado-2017/PRESENTACION\\_AGUA\\_2017.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2017/Agua_potable_alcantarillado-2017/PRESENTACION_AGUA_2017.pdf)

Jacobo, F. d. (2018). Aguas residuales urbanas y sus efectos en la comunidad de Paso Blanco, municipio de Jesús María, Aguascalientes. *Revista de El Colegio de San Luis*, 8(16), 267-293. doi: <https://doi.org/10.21696/rcsl9162018760>.

Jaimes, J., & Vera, J. (2018). Los contaminantes emergentes de las aguas residuales de la industria farmacéutica y su tratamiento por medio de la ozonización. Universidad de Pamplona, 249-263.

Jaramillo, E., Ramírez, A., & López, D. (mayo de 2020). Sistema de alcantarillado y aguas residuales en Guayaquil. Holopraxis, 4(1), ISSN 2588-0942.

Lamizana, B., Salinas, Andrea, Tonda, E., Rabbiosi, L., Milá, L., . . . Wndland, C. (2017). Obtenido de Prevención y reducción de la generación de aguas residuales y de las cargas de contaminación en la fuente: Obtenido de UNESCO:  
[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247681\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247681_spa)

Morán, R. (2019). Investigación de la microbiología en lodos anaerobios provenientes de un biodigestor de alta tasa de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas tipo Tratamiento Primario Químicamente Mejorado (CEPT). Tesis académica, Universidad Santiago de Guayaquil, Facultad de Ingeniería, Guayaquil.

Moreira, C., Campos, R., & Rosales, F. (2020). Plan de acción para la gestión de las aguas residuales especiales de la ciudad de La Libertad, El Salvador. Tecnología en Marcha, 33(2), 119-136.

Peña, S., Mayorga, J., & Montoya, R. (2018). Propuesta de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Yaguachi (Ecuador). Revista Ciencia e Ingeniería, 1-8.

Pereyra, L. (2020). Metodología de la investigación. México, D.F.: Klik.

Quispe, A., & Casimiro, W. (2019). Evaluación de la eficiencia entre dos sistemas de biofiltros para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la localidad de Carapongo, Lurigancho-Chosica. UNFV-Revistas, 1-13.

Rodríguez, A., & Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. Revista EAN, 82, 179-200. DOI:

<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>.

Saravia, G. (Enero de 2017). Gestión y manejo de residuos sólidos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Chilpina Sedapar S.A– Provincia de Arequipa – Departamento de Arequipa.

Tamayo, M. (2021). Evaluación de los procesos de coagulación-floculación en el tratamiento de aguas residuales en una empresa procesadora de plástico. Universidad Agraria del Ecuador.