

Costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Paula Daniela González Vera

Trabajo de grado para optar el título de economista

Director

Leonardo Javier Caraballo

Magister Economía Medio Ambiente Recursos Naturales

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División Ciencias Económicas Administrativas y Contables

Facultad de Economía

2024

Contenido

Introducción	8
1. Costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado	11
1.1. Planteamiento del problema	11
1.2. Pregunta principal de investigación	16
1.3. Preguntas secundarias de investigación	16
1.4. Justificación.....	17
1.5. Objetivos	21
1.5.1. Objetivo general.....	21
1.5.2. Objetivos específicos	21
1.5.3. Hipótesis de la investigación	22
2. Marco referencial.....	22
1.6. Marco teórico	22
2.1.1. Fundamento teórico de la metodología de la investigación.....	22
2.1.2. Fundamento teórico del proyecto de investigación	23
1.7. Marco conceptual	32
1.8. Estado del arte	34
2.3.1. Normativa	34
2.3.2. Estudios anteriores realizados.....	35
3. Metodología.....	42
1.9. Enfoque de investigación	42
1.10. Tipo de investigación.....	43

1.11.	Población	43
1.12.	Muestreo	43
1.13.	Instrumentos	44
1.14.	Análisis de datos.....	45
1.15.	Recolección de información.....	46
1.16.	Fases de la investigación	47
4.	Resultados.....	50
4.1.	Procesos de tratamiento de aguas residuales no domesticas utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.....	50
4.2.	Costos de inversión en los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.	53
4.2.1.	Costos de inversión inicial	55
4.2.2.	Consolidación de costos del tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®).....	57
4.3.	Beneficios otorgados por el tratamiento de aguas residuales no domesticas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.....	59
4.3.1.	Consolidación de los beneficios del tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®).....	62
4.3.1.1.	Desde una perspectiva económica.....	62
4.3.1.2.	Desde una perspectiva energético ambiental	63
4.3.1.3.	Desde una perspectiva social.....	63
4.3.2.	Cuantificación de beneficios económicos, ambientales y sociales que genera el sistema de tratamiento de aguas residuales	64

4.3.2.1. Desde una perspectiva económica	64
4.3.2.2. Desde una perspectiva energético ambiental	64
4.3.2.3. Desde una perspectiva social.....	65
5. Conclusiones.....	66
6. Recomendaciones	68
Referencias.....	70
Apéndices.....	81

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Componentes de los costos relacionados con la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales</i>	23
Tabla 2. <i>Leyes, decretos y resoluciones</i>	34
Tabla 3. <i>Actividades y recursos que hace el establecimiento Servicentro de Prisa – Eco lavado para el cumplimiento de la Res 1256 del 2021</i>	54
Tabla 4. <i>Costo de inversión relacionado con actividades y recursos que hace el establecimiento para el cumplimiento de la Res 1256 del 2021</i>	55
Tabla 5. <i>Componentes de los costos relacionados con la implementación del proceso de tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado</i>	58

Lista de Figuras

Figura 1. <i>Cálculo de muestra</i>	44
Figura 2. <i>Proceso de recirculación de aguas residuales no domésticas utilizada en el centro de servicios de Deprisa</i>	52

Lista de apéndices

Apéndice A. formulario de visita de campo para la identificación de políticas, actividades y herramientas.....	81
Apéndice B. Lista de chequeo resolución 1256 de 2021.....	83
Apéndice C. Encuesta beneficios otorgados por el tratamiento de aguas residuales no domesticas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado	85
Apéndice D. Resultados de la encuesta realizada en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado	88
Apéndice E. Formulario de entrevista semiestructurada soportado en una lista de chequeo eficiencia energética de los procesos de tratamiento de aguas residuales siguiendo parámetros de la NTC 50001.	92
Apéndice F. Análisis de Impactos Positivos utilizando la herramienta NTC ISO 14001.....	94
Apéndice G. Cronograma del proyecto de investigación desarrollado.....	95
Apéndice H. Presupuesto del proyecto de investigación desarrollado.....	96

Introducción

Este proyecto que se desarrolló como requisito para acceder al título de economista de la Universidad Santo Tomas, y se soporta en la revisión bibliográfica de documentos alrededor del siguiente tema: “el tratamiento de aguas residuales no domésticas. En la bibliografía se evidencia que varios autores manifiestan que es una tarea compleja, más cuando se entiende que se destinan a múltiples usos; uno de los usos es el lavado de automóviles, especialmente autobuses y camiones; en cuyo procedimiento se utiliza una gran cantidad de solventes, detergentes y jabones de diferentes composiciones, “los cuales son difíciles de eliminar, especialmente porque actúan como emulsionantes entre sustancias no solubles en agua y el agua” (Buitrago, et al., 2020, p. 7).

En contexto, un lavadero de vehículos es una organización que se especializa en la limpieza interior y exterior de automóviles. Tradicionalmente, están entre las empresas que más agua usan y más desperdician, porque los colombianos creen que mientras más agua usan, mejor se lavan los autos.

Complementario a lo expuesto, los propietarios de los vehículos requieren un mantenimiento continuo, que incluye evitar colisiones, agregar combustible, aceite y, por supuesto, mantenerlos limpios. Por otra parte, este estudio podría investigar la importante cantidad de agua disponible para cada lavado de vehículos. Además, se podría explorar el adecuado desvío y reutilización de dicha agua para otros procedimientos de la empresa, así como el tratamiento adecuado de la misma. Estas acciones no solo serían beneficiosas para la empresa, sino que también contribuirían a reducir y prevenir la contaminación de los recursos naturales.

Luego, para el desarrollo del objetivo general de este proyecto, fue necesario primero: identificar en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, como se realiza la operación de los procesos del tratamiento de aguas residuales no domésticas denominada

electrofloil (®).

En metodología, se trabajó con un enfoque es mixto, es decir tiene elementos tanto cuantitativos como cualitativos. Este enfoque, permitió no solo analizar variables cualitativas en la fase de identificación de los procesos sino también facilitar que la evaluación de impacto se haga contemplando no solo cifras pues generará elementos cuantitativos como lo es la percepción de los actores involucrados (trabajadores, directivos, clientes, proveedores entre otros).

Inicialmente, se aplicó un formulario de visita de campo para la identificación de políticas, actividades y herramientas de los procesos actuales de tratamiento de aguas residuales no domesticas que actualmente se utilizan en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Luego se indagó acerca del costo de inversión de los procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial. Se complementó con la identificación de los costos relacionados con las actividades y recursos que se realizan para cumplir los requisitos, parámetros técnicos y legales de la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales”. Al analizar los costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, para evaluar la viabilidad de implementar este sistema de tratamiento. Los costos de la planta de tratamiento de aguas residuales no domesticas se organizaron en dos categorías principales: costos de inversión inicial con un total de \$66.741.000= y costos de funcionamiento (operación, mantenimiento y administrativos) con un total de \$9.150.000= los de operación y mantenimiento y \$5.612.000= los administrativos.

Finalmente se identificó los beneficios, referente a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®) en el

establecimiento comercial. Para ello, se indagó en la percepción que tiene los trabajadores acerca de los beneficios referente a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, que otorga el tratamiento no domésticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado. Esto implica, conocer el nivel de cumplimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que se aplican en el establecimiento, frente a los parámetros requeridos en la NTC 14.000 sistemas de gestión ambiental y del nivel de cumplimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que se aplican en el establecimiento, frente a los parámetros requeridos en la NTC 50001 sistema de gestión de energía.

La implementación del sistema electrofloil en el establecimiento Servicentro de Prisa, genera beneficios económicos, ambientales y sociales, que compensan los costos de inversión en el mediano plazo, como reducir la contaminación del agua. Puede también convertirse en una fuente de energía renovable y agua potable a largo plazo tanto para la empresa como para comunidades y empresas, dado que reduce los costos asociados con la eliminación de residuos y el acceso al agua potable. Se resalta que después del tratamiento, las aguas residuales pueden sustituir al agua dulce para riego, procesamiento industrial o fines recreativos.

1. Costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional, el número y la capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales es generalmente insuficiente, y "salvo en casos aislados para el tratamiento de los residuos industriales más tóxicos, la información existente sobre plantas de tratamiento de aguas residuales en América Latina y el Caribe es muy limitada" (Erazo, Salas y Zapata, 2007, p. 8).

También vale la pena considerar que actualmente no existen costos estimados reales asociados con los sistemas de tratamiento de aguas residuales, por lo que si estos sistemas son requeridos en organizaciones con un alto impacto ambiental (por ejemplo, lavanderías, automóviles).

Según Erazo, Salas y Zapata (2007) argumenta que, el costo de capital inicial de un sistema de tratamiento de aguas residuales se refiere a la inversión requerida para construir la infraestructura física de la instalación. Esto incluye costos de diseño, materiales, planta, equipo y mano de obra. Además, la inversión inicial en la implementación del sistema de alcantarillado está relacionada con elementos técnicos que los administradores deben cubrir. Estos incluyen los costos directos de construcción, así como otros costos que deben determinarse numéricamente. Por ejemplo, los estudios técnicos necesarios para realizar el diseño técnico requerido, la auditoría de construcción (supervisión técnica), gestión, gastos de emergencia y rentabilidad. Estos elementos pueden aumentar significativamente el monto de la inversión inicial.

Las inversiones iniciales más representativas en un sistema de tratamiento de aguas residuales incluyen: costos a granel necesarios para construir el sistema, costos de

impermeabilización y costos de materiales de filtración de humedales subterráneos. En los sistemas de aguas residuales domésticas, los mayores costos de inversión inicial son la compra de equipos de automatización y control de procesos y equipos de bombeo como lodos activados o filtros percoladores (Escalante, Echeverría, Aliaga, & Heredia, 2023).

En concreto, los costes más representativos asociados a la operación y mantenimiento de sistemas de aguas residuales no domésticas incluyen la operación de procesos automatizados y controlados (si los hay), equipos de bombeo y la entrada de productos químicos de procesamiento (Patiño J. , 2012).

Teniendo en cuenta estos costos de inversión, de operación y de mantenimiento impacta la situación financiera de las organizaciones que desean implementar un sistema de aguas residuales no domésticas, es necesario que sus directivos cuenten con herramientas alternativas y estudios específicos para lograr evaluar la factibilidad de la implementación de dichos sistemas en las organizaciones.

La falta de control y reutilización de las aguas residuales domésticas genera riesgos. Estudios realizados por la Organización Panamericana de Salud Pública (OPS) muestran que a través del agua se propagan enfermedades y epidemias, como el cólera, la influenza, la gripe aviar, el virus del Ébola, el virus del Zika, el chikungunya, entre otros (Rocío, 2020).

En el caso específico del subsector de interés de este estudio, la contaminación asociada al lavado de automóviles puede degradar la calidad del agua al transportar sedimentos que afectan los hábitats acuáticos. Para varias personas, lavar el coche es un ritual cada fin de semana. Los residentes a menudo no se dan cuenta de que eliminar toda la suciedad y los escombros de sus vehículos puede dañar nuestras tuberías de agua locales (Storm Water [SW], 2021).

Lo anterior, es una necesidad que debe ser atendida, dado que, a medida que los recursos

de agua dulce comienzan a escasear, el desperdicio y abuso de los recursos hídricos se ha convertido en uno de los graves problemas que enfrenta la humanidad en todo el mundo. Lavar un coche con manguera es una de las formas más habituales de drenar el agua (Reátegui, 2016). Como prueba de lo anterior, las aguas residuales son una fuente importante de microorganismos patógenos que se propagan en el ambiente y llegan a la población humana, especialmente el agua contaminada que se utiliza para beber, cultivar hortalizas, cocinar, lavar o para diversos fines recreativos.

Según Rodríguez, McLaughlin, y Pennock, (2019, 18) a medida que los contaminantes ingresan al suelo, sufren procesos físicos, fisicoquímicos, microbianos y bioquímicos que los retienen, reducen o degradan. Las propiedades importantes del suelo que influyen en el comportamiento de incrustación incluyen la mineralogía del suelo y el contenido de arcilla (estructura del suelo), materia orgánica del suelo (MOS), el pH del suelo (acidez), la humedad y la temperatura.

En Colombia, resulta que es imposible controlar los desechos de los artículos cotidianos y ninguno se puede eliminar al 100%. Actualmente, el modelo económico de reciclaje de agua se utiliza en el tratamiento del agua. Porque con la depuración se pueden mover para recuperar nutrientes, energía, biomoléculas, metales, compuestos orgánicos e inorgánicos de estas aguas.

Además, supone una ventaja para el reciclaje de aguas residuales, que actualmente sólo se considera en el ámbito de los servicios agrícolas.

Luego, a nivel nacional, estas son las opciones de métodos de tratamiento:

- Tratamiento primario: También llamado precipitación primaria, el proceso está diseñado para eliminar compuestos orgánicos líquidos o suspendidos. Dura entre 1.5 y 3 horas y se espera que reduzca la DBO entre un 30% y un 40%.

- Tratamiento secundario: Son procesos biológicos basados en la oxidación mediante tres métodos: filtración biológica, aireación y lagunas de oxidación. Generalmente la DBO suele alcanzar los 10-30 mg/l.
- Tratamiento terciario: elimina principalmente fosfatos y nitratos del carbón activado y arena o utiliza tecnologías avanzadas (Ortega y Sánchez, 2021).

Desde una perspectiva institucional, según el Min ambiente (2022) la resolución 1256 del 2021, establece las disposiciones relacionadas con el uso de las Aguas Residuales y aplica a las autoridades ambientales y a los usuarios de dichas aguas. Esta es coherente con la constitución política de Colombia, la cual establece la obligación en cabeza del Estado y de los particulares de proteger las riquezas naturales de la Nación y planificar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su conservación, restauración y uso sostenible.

Interpretando lo expuesto en el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 631, (2015), el uso inadecuado de agua potable durante el lavado de automóviles puede tener un impacto negativo en el medio ambiente, especialmente si el sistema de tratamiento de aguas residuales instalado no incluye un sistema de recirculación.

Con carácter general, la industria de lavado de autos debe cumplir con la Resolución N° 631 del Ministerio del Ambiente de 2015, que reglamenta el artículo 28 del Decreto N° 3930 de 2010, que se refiere a normas objetivas sobre el consumo de agua y la gestión de recursos, terrenos y alcantarillado. De hecho, la carga contaminante de estas aguas residuales es una mezcla compleja que incluye hidrocarburos, detergentes, jabones, siliconas y muchos otros productos utilizados en autopartes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 631, 2015).

Por tal razón, para hacer más sostenibles los centros de lavado de autos se han desarrollado

diversas soluciones para reducir el impacto de esta actividad, como la implementada por Germán González en su empresa Servicecentro Deprisa, que es el eje central de esta publicación (Fundación ALUNA [FA], 2020). No obstante, los directivos que toman las decisiones de inversión no cuentan con herramientas precisas para evaluar su viabilidad.

A nivel del área metropolitana de Bucaramanga, como ciudad se tienen falencias en la gestión de aguas residuales, pues aproximadamente el 89% de las aguas residuales que se generan en el área metropolitana no son tratadas adecuadamente. Entre los desafíos importantes sobre este tema se conocen en primer lugar en cuanto a la gestión del agua se refiere no sólo a la recogida de aguas residuales aguas arriba, sino también a su drenaje y tratamiento.

En segundo lugar, es la parte de tratamiento de aguas residuales, la cual será más eficiente con el acueducto actuando como líder y administrador de ambas operaciones. Por otro lado, los componentes de limpieza pueden beneficiarse de la misma eficiencia, especialmente en términos de operación y gestión. Por tal razón, el área metropolitana requiere mayor eficiencia en el tratamiento de aguas residuales tanto domésticas como las no domésticas (Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones [ANDESCO], 2021).

En caso específico, en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado para sus operaciones de los servicios que dan a sus clientes utilizan insumos como: solventes, detergentes, jabones de diferentes composiciones y sulfatantes. Complementario a ello, se demandan mejoras en el sistema de costeo el cual actualmente está establecido por procesos y no genera información precisa para evaluar con precisión el costo de inversión, operación y mantenimiento de un sistema de aguas residuales no domésticas.

En efecto, las directivas del establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado requieren tomar decisiones referentes a la inversión en un sistema de mejoramiento de aguas

residuales no domésticas y para ello es conveniente conocer los costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no DOMESTICAS denominada electrofloil (®).

1.2. Pregunta principal de investigación

A partir de lo expuesto se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo evaluar la viabilidad de implementación del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado?

1.3. Preguntas secundarias de investigación

Preguntas para el reconocimiento de los procesos actuales en el establecimiento:

¿Qué preguntas deben contemplarse en un formulario de visita de campo para la identificación de políticas, actividades y herramientas de los procesos actuales de tratamiento de aguas residuales no domesticas que actualmente se utilizan en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado?

Preguntas para determinar el costo de inversión del tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®):

¿Cuáles son los costos de inversión de los procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado?

¿Cuáles son los costos relacionados con las actividades y recursos que se realizan para cumplir los requisitos, parámetros técnicos y legales de la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales”?

Preguntas para determinar el beneficio del tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®):

¿Cuáles son los beneficios referentes a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, que otorga el tratamiento no doméstico denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado?

¿Cuál es la percepción que tiene los trabajadores acerca de los beneficios referente a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, que otorga el tratamiento no doméstico denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado?

¿Cuál es el nivel de cumplimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que se aplican en el establecimiento, frente a los parámetros requeridos en la NTC 14.000 sistemas de gestión ambiental?

¿Cuál es el nivel de cumplimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que se aplican en el establecimiento, frente a los parámetros requeridos en la NTC 50001 sistema de gestión de energía?

1.4. Justificación

Esta propuesta de investigación es coherente a las prioridades mundiales en el contexto del medio ambiente. Al respecto, a nivel mundial, se ha contemplado en planes, pactos y convenios “considerar el impacto de los cambios tecnológicos rápidos fundamentales en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible” (Naciones Unidas [NU], 2019) por ello, las instituciones en Colombia como el ministerio de medio ambiente han dado directrices para la gestión tecnológica en las empresas e instituciones, que permitan en particular el aprovechamiento “Oportunidades de desarrollo sostenible creadas por la aplicación efectiva de la ciencia, la tecnología y la innovación, y ciertas consideraciones, condiciones y políticas fundamentales necesarias para explotar estas oportunidades” (ONU, 2019).

El efecto del lavado de coches es enorme: por ejemplo, un lavado de coches medio lava casi 1.000 coches al mes, ahorrando casi 60.000 litros de agua al mes. Y este proyecto es muy específico porque puede llevar a otros emprendedores a hacer cosas buenas y cambiar el concepto de limpieza en seco a limpieza en húmedo para que ya no desperdiciemos de 80 a 100 litros de agua y solo usemos un litro o 600 ml de agua. Cada auto, se optimiza el consumo de agua entre un 98% y un 99%. Al respecto los resultados en el impacto pueden ser muy rentable "Cada coche puede ahorrar de 3 a 5 litros de agua, lo que puede reducir el consumo de agua en aproximadamente un 90%, mientras que la limpieza tradicional puede utilizar de 80 a 90 litros de agua por coche" (González X. , 2018).

Complementario a lo expuesto, según la Asociación de Aguas Residuales No Domésticas (ARND), las aguas residuales domésticas son aguas residuales generadas a partir de actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las aguas residuales domésticas (ARD) (OGA, 2020) estas deben ser canalizadas y tratadas para prevenir la contaminación ambiental, evitar un desaprovechamiento de energía y a mediano plazo recuperar los costos de inversión de los sistemas que se utilizan para mitigar el impacto que generan los procesos productivos en el medio ambiente.

La pertinencia del estudio es alta frente a la realidad del país, por ejemplo, en Colombia, la implementación de una norma que ha hecho más restrictiva la cantidad de contaminación que pueden transportar las aguas residuales, antes de ser vertidas a una tubería de alcantarillado, esto se evalúa en términos de demanda química de oxígeno (DQO) y demanda biológica de oxígeno (DBO5), estos parámetros definen la calidad del agua a recoger. La Universidad de Santander presta servicios de consultoría científica y técnica a la comunidad de empresas de la región de Santander y la empresa PARBER es una consultora local (Buitrago, *et al.*, 2020).

En el escenario nacional, este proyecto genera una oportunidad de abrir investigaciones en

el área de economía. Dado que, aunque Colombia es considerada un país rico en agua, en la última década, debido a la deforestación, el calentamiento global, la contaminación ambiental y otras razones, esta opinión ha cambiado. La caída de la calidad del agua en Colombia es un problema que afecta a gran parte de la población, siendo las clases bajas las más vulnerables (Patiño J. , 2012).

No obstante, la mayoría de las empresas son tradicionales y no se dan cuenta de los beneficios que les reportaría el reciclaje de aguas residuales. Para la limpieza general de automóviles y otros objetos se necesitan aproximadamente entre 250 y 500 litros de agua, y este vertido genera un impacto negativo en el medio ambiente cuando estas aguas residuales ingresan a cuerpos de agua, ríos y arroyos (Garcia & Gonzalez, 2022).

Según Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 330, (2017). Para el aporte del sistema de alcantarillado, que asegura su recolección y evacuación, al calcular la inversión se deberá tener en cuenta la población actual y futura del proyecto, con base en el censo, el plan de ordenamiento territorial. Las estimaciones del aporte de las aguas residuales industriales (*QI*) varían según el tamaño de la industria y los procesos de tratamiento, a diferencia de “La estimación del aporte de las aguas residuales comerciales (*QC*) depende de estudios detallados”, incluido el consumo diario per cápita, la densidad de población en estas áreas y factores de retorno mayores que los del agua doméstica” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [Minvivienda], 2021).

En comparación con ideas anteriores, Storm Water [SW], (2021, p. 9) “el agua que va a las alcantarillas pluviales es diferente del agua que va a las alcantarillas sanitarias porque no recibe ningún tratamiento antes de ser depositada en nuestras vías fluviales”. Al lavar coches en la calle o en el camino de entrada, el agua sucia acaba en ríos, arroyos y lagos.

Las aguas residuales son residuos cotidianos e industriales. Las aguas residuales domésticas son un producto que resulta de las actividades diarias en el hogar, como lavar platos, lavar ropa y limpiar la casa.

Según Albarracin, (2018) menciona que:

También se las designa como aguas cloacales y esto está en relación con que las mismas son transportadas a través de las cloacas, que son obras destinadas justamente a evacuar las aguas de este tipo u otro tipo de agua que presenta uso. Dado que las aguas residuales representan una amenaza particular para el medio ambiente y la salud biológica, se requieren sistemas de tratamiento especiales para eliminar estas sustancias altamente contaminantes (p.9).

Según las generalizaciones anteriores, en González X. , (2018) “los lavaderos de autos han estado tradicionalmente entre los mayores consumidores de agua y gran parte del agua no se recicla” (p. 8). Se estima que un lavado de autos tradicional requiere alrededor de 70 a 90 litros de líquido, mientras que un lavado de autos requiere alrededor de 200 a 300 litros de agua por día. vehículo. Hoy en día, sin embargo, algunos centros de lavado ofrecen lo que parece imposible: limpiar un vehículo con entre uno y cinco litros de agua, mientras que otros no utilizan ni una gota de agua.

Desde una perspectiva energética, este proyecto es pertinente dado que, En Colombia, la oferta y demanda de energía están en aumento. Sin embargo, dado que la contribución de la producción de energía renovable en la región es limitada, existe un mercado económicamente viable para la inversión y la disponibilidad de capital en ciertas zonas del país. Por ejemplo, el desarrollo de parques eólicos y solares puede implementarse a corto plazo con el respaldo

financiero y social del gobierno, especialmente en regiones afectadas por la sequía.

Sin embargo, para saber cómo mejorar y aprovechar el potencial de la producción de energía eólica, es necesario comparar las capacidades de Colombia con la experiencia de países con alta producción de energía eólica, como los estados miembros de la Comunidad Schengen, analizando sus pros y contras. Por otro lado, uno de los principales objetivos de este trabajo es la evaluación técnica del proyecto y los costes energéticos nivelados necesarios para cubrir las necesidades energéticas (Martínez-Hernández, *et al.*, 2022).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Analizar los costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, para evaluar la viabilidad de implementar este sistema de tratamiento.

1.5.2. Objetivos específicos

Identificar los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizadas no domesticas utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Detallar los costos de inversión en los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Determinar los beneficios en cuanto a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, percibidos por los trabajadores, directivos y comunidad que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

1.5.3. Hipótesis de la investigación

La implementación del sistema electrofloil en el establecimiento Servicentro de Prisa, genera beneficios ambientales que compensan los costos de inversión en el mediano plazo.

2. Marco referencial

1.6. Marco teórico

2.1.1. Fundamento teórico de la metodología de la investigación

El enfoque mixto, es un enfoque de investigación que tiene elementos tanto cuantitativos como cualitativos. Según Esperanza Guelmes (2015) es un método de investigación que implica la recopilación, análisis e integración de investigaciones cuantitativas y cualitativas. Este método se utiliza en los casos en los que se necesita una mejor comprensión del problema de investigación y cada método no se puede presentar por separado.

La investigación descriptiva se emplea para detallar las particularidades de resultados específicos, pudiendo hacerse mediante enfoques cualitativos o, en su nivel más avanzado, a través de métodos cuantitativos (Díaz y Calzadilla, 2016, p. 9).

Una encuesta es un proceso de investigación cuantitativa en el que los investigadores recopilan información utilizando cuestionarios prediseñados sin cambiar el entorno o fenómeno en el que se recopila la información, ya sea presentada en un tríptico, gráfico, tabla o forma escrita (Romero, et al., 2023).

La entrevista semiestructurada, son aquellos “métodos que proporcionan un grado aceptable de flexibilidad manteniendo al mismo tiempo la coherencia suficiente para garantizar una interpretación adecuada al propósito del estudio” (Díaz y Calzadilla, 2016, p. 9).

La lista de chequeo, es un formato de control diseñado para registrar actividades repetitivas

y verificar el cumplimiento de un conjunto de requisitos o la recolección de materiales de manera ordenada y sistemática (González y Bernal, 2012, p.8).

La norma ISO 14.001:2015, es una norma técnica que requiere que las empresas desarrollen el plan de gestión ambiental que incluye: metas y objetivos ambientales, políticas y procedimientos para lograr estas metas, responsabilidades claras, medidas de capacitación del personal, documentos y sistemas para monitorear todos los cambios y avances (Andersen, 2019).

La norma técnica ISO 50001 es un estándar que asiste a las instalaciones en la evaluación y priorización de la adopción de nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia energética, así como en el manejo y consumo de energía. Además, promueve la transparencia y facilita la comunicación en cuanto a la gestión energética (Safer Smarter Greener [SSG], 2023).

2.1.2. Fundamento teórico del proyecto de investigación

Los gastos asociados a las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden categorizarse en dos grupos principales: los costos de inversión inicial y los costos operativos, que abarcan la gestión, la operación y el mantenimiento (Erazo, Salas y Zapata, 2007) en la siguiente tabla, se observan los diferentes tipos de costos y sus actividades correspondientes. En la siguiente tabla 1 se evidencian los componentes de los costos relacionados con la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 1. *Componentes de los costos relacionados con la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales*

Costo	Actividad
Inversión	Exploraciones iniciales y análisis del terreno Planeamiento e ingeniería Ejecución de la construcción

Costo	Actividad
	Adquisición de terrenos Supervisión de la obra, Costos legales y financieros administrativos Reemplazo
Funcionamiento y cuidado continuo	Renovaciones Arreglos Consumo energético Productos químicos necesarios Supervisión de los procedimientos y la calidad del agua Personal para la operación y el mantenimiento Eliminación de los residuos sólidos
Administrativos	Cuidado de los equipos Empleados de gestión Costos indirectos Cargos ambientales

Nota. Ilustra Componentes de los costos relacionados con la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Fuente. Adaptada de (Erazo, Salas y Zapata, 2007).

En complemento y con el fin de conocer cuáles son los elementos que generan costos, La gestión y cuidado de las plantas de tratamiento de aguas residuales están vinculados a la sofisticación de la tecnología empleada, el alcance de esta tecnología y la aptitud de la comunidad local para manejar dicha complejidad.

En las plantas de tratamiento de aguas residuales, los costes de operación y mantenimiento están influenciados principalmente por los requisitos técnicos. Estos requisitos según Erazo, Salas y Zapata, (2007) son:

- Electricidad.
- Insumos químicos.
- Control tecnológico de la calidad del agua.
- Mantenimiento y reparación de equipos.
- Personal que opera y mantiene el equipo.
- Gastos generales.

En coherencia este proyecto busca analizar los costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, para evaluar la viabilidad de implementar este sistema de tratamiento.

Posteriormente, es crucial examinar y considerar los gastos asociados al equipo de personal en una instalación de tratamiento de aguas residuales, el cual puede incluir, entre otros, los siguientes miembros del equipo, adaptados a las necesidades específicas de cada sistema:

Para la gestión, según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [Minvivienda], (2014) estos sistemas de tratamiento de aguas necesitan horas de asistencia administrativa. En cuanto a las tareas operativas:

- Operador.
- Asistente de operación.

Por último, en lo que respecta a las responsabilidades de mantenimiento:

- Técnico de mantenimiento mecánico.
- Técnico electricista.
- Asistente de mantenimiento.
- Vigilante.

También se incurre en gastos de laboratorio:

- Químico.
- Técnico de laboratorio.

Por otro lado, el tratamiento de aguas residuales es una tarea compleja, más cuando se entiende que se destinan a múltiples usos; uno de los usos en los que se utiliza una gran cantidad de contaminantes es para el lavado de automóviles, especialmente autobuses y camiones, se utiliza una gran cantidad de solventes, detergentes y jabones de diferentes composiciones, los cuales son difíciles de eliminar del agua, especialmente porque actúan como emulsionantes. entre sustancias no solubles en agua y el agua que los disuelve y elimina junto con la suciedad interna y externa de autobuses y camiones (Buitrago, *et al.*, 2020).

Como consecuencia, las actividades para recaudar fondos para el lavado de autos pueden ser una fuente importante de este tipo de contaminación. Estos accidentes ocurren a menudo en áreas muy pavimentadas con escorrentía deficiente o control de césped para filtrar materiales dañinos antes de que lleguen a nuestras vías fluviales (Storm Water [SW], 2021).

Son amplios los beneficios referentes a la conservación del agua en establecimientos comerciales (sector privado), según Núñez (2009) más de mil millones de personas en todo el mundo carecen de servicios adecuados y la urbanización sigue aumentando. Desde un punto de vista jurídico, el agua es un bien público y privado. En el marco institucional de cualquier orden y gobernanza, en principio, parece incluir sólo normas públicas o normas privadas en dos áreas, razón por la cual los economistas protestan contra los argumentos sobre el Estado. Los sistemas de gestión intervencionistas y estáticos son imprecisos, especialmente porque ignoran la regulación económica de los recursos hídricos desde otras dimensiones.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales no domésticas, existen otras alternativas de tratamiento biológico, pero las lagunas estabilizadas, los humedales y los lodos activados son los más utilizados en Colombia. En este sentido, los resultados mostraron que los sistemas biológicos tuvieron mayor eficiencia de eliminación de contaminantes, pero cuando se usaron juntos lograron

un porcentaje de eficiencia superior al 90%, lo que indica que estos sistemas complementarios son la mejor opción para el tratamiento de aguas residuales (Vargas, Calderón, Velásquez, Castro y Nuñez, 2020).

Sólo unos pocos estudios han evaluado específicamente los costos económicos de los sistemas de tratamiento de ARD, por lo que es necesario desarrollar un modelo que cuantifique el cambio del estado del agua de limpia a reciclada desde un punto de vista económico, promoviendo una toma de decisiones más efectiva sobre este recurso. Sin embargo, cabe señalar que el tratamiento de aguas residuales es una solución económicamente viable en comparación con otras fuentes de agua existentes (aguas superficiales, aguas subterráneas o desalinización) (Vargas, et al., 2020).

La norma técnica para aplicar en este estudio como guía para identificar los beneficios ambientales que genera el sistema de aguas residuales es la NTC 14.000 sistemas de gestión ambiental, según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo [MinCIT] (2015), el subsistema de gestión ambiental es un proceso cíclico de planificación, implementación, revisión y mejora de los procedimientos y actividades que realiza la organización. El subsistema de gestión ambiental forma parte del sistema integrado de gestión de la organización y se utiliza para formular e implementar una política ambiental basada en la prevención de la contaminación y la mejora continua del comportamiento ambiental.

Una de las normas guía para este estudio, es la NTC 50001 sistema de gestión de energía, que tiene como objetivo, reducir y evitar situaciones que conduzcan al incumplimiento de las metas energéticas; Se deben desarrollar principios, como una política de riesgo empresarial que incluya objetivos energéticos propuestos, y estos principios deben incorporarse al plan de gestión de riesgos e identificarse en qué parte del proceso pueden plantearse. Al mostrar los riesgos, puede

determinar si están relacionados con consideraciones financieras, ambientales o administrativas, etc. También se consideran aspectos internos o externos, locales, regionales, nacionales e internacionales. Luego deberían explorarse las causas y efectos que pueden afectar el logro de los planes de gestión energética y los objetivos energéticos.

Otra visión al respecto es que los sistemas de tratamientos de aguas residuales no domésticas (PTARnD) son procesos necesarios para tratar aguas que contienen contaminantes provenientes de actividades no comunitarias. Estos sistemas ayudan a mejorar el medio ambiente y reducir y/o proteger los impactos del agua (Jiménez, 2020).

No obstante, las empresas necesitan recursos para operar y los recursos se obtienen de varias fuentes y en diferentes circunstancias, por lo que los gerentes deben analizar cuidadosamente como la mejor manera de conseguir estos recursos. Por ello, la literatura financiera desarrolla teoría y análisis para proporcionar elementos que faciliten y mejoren la eficiencia en la toma de decisiones con el fin de incrementar el valor de la empresa y la rentabilidad entre accionistas y socios (Sosa & Arriaga, 2023).

En función de lo planteado, las decisiones de financiación dentro de una empresa afectan su estructura financiera, la combinación de recursos internos y externos utilizados para financiar su inversión. En efecto esta temática se comprende mejor desde una perspectiva de los costos de inversión.

Según (Comisión de Regulación CRA, 2014) los costos de energía para la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales se calculan de la siguiente manera: El cálculo de los costos de energía deberá tomar en cuenta la fórmula contenida en el artículo 15 de la Resolución CRA 287 de 2004, hasta que dicha resolución entre en vigor, o lo especificado en el artículo 38. La Resolución CRA 688 de 2014 se aplica de conformidad con lo dispuesto en el artículo 114 de

la resolución y el prestador de servicios se encuentra dentro de su alcance.

Para el cálculo del costo de energía, las personas prestadoras deberán contar según Minvivienda (2014) con la siguiente información:

- Consumo eficiente de energía para el bombeo de agua en cada punto de la depuradora.
- Precio efectivo de energía de bombeo por punto de bombeo.
- Consumo de energía utilizado para actividades distintas al bombeo.
- Costos por la eficiencia del consumo energético durante la operación.
- Decidir el número de puntos de bombeo.
- Determinar el número de puntos utilizados durante actividades distintas al bombeo.
- Volúmenes de bombas durante el año de estudio.
- Altura dinámica total (en metros) en cada punto de bombeo.
- Eficiencia de la bomba.

Las aguas residuales se refieren al agua municipal (escuelas, atracciones turísticas, centros comerciales, edificios públicos e instalaciones sanitarias) o al agua industrial, que pueden denominarse cloacas o aguas residuales. El tratamiento de estas sustancias es muy importante y requiere un sistema de tratamiento o canales para eliminar cualquier sustancia no deseada presente en las aguas residuales si se destina al consumo humano (Gutiérrez, 2021).

Pero la cantidad de AR que genera una población es directamente proporcional al consumo de agua de abastecimiento, es denominado coeficiente de retorno “C”.

Este consumo está relacionado con el grado de desarrollo económico y social, ya que a mayor desarrollo se produce un mayor y más variado uso del agua en las actividades humanas.

En consecuencia, según (Patiño J. , 2018) Los factores clave que afectan la cantidad de

aguas residuales producidas por una población son:

- El consumo de agua potable.
- La cantidad de lluvia recibida (esto varía según el tipo de sistema de alcantarillado).
- Las pérdidas, que pueden ser ocasionadas por fugas en la red o porque una parte del agua consumida no llega al sistema de alcantarillado (como el riego de jardines), y las ganancias resultantes de la infiltración en la red o de conexiones incorrectas al sistema.

Luego, las empresas no solo requieren trabajar elementos de mitigación del impacto ambiental de sus operaciones, sino también de sus costos de la energía, siendo estos un elemento de competitividad para sus tarifas.

Al respecto, según Gutiérrez, (2021) menciona que los costos de energía eléctrica de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales operada por una empresa prestadora del servicio público domiciliario de alcantarillado dentro del siguiente intervalo: A partir del 1° de enero del 2000 0,1 MW 55 MWh El cálculo del costo de energía se deberá realizar teniendo en cuenta las fórmulas contenidas en el artículo 15 de la Resolución CRA 287 de 2004, hasta cuando esta resolución esté vigente, o aquellas definidas en el artículo 38 de la Resolución CRA 688 de 2014, cuando éstas deban aplicarse según lo establecido en el artículo 114 de la misma y las personas prestadoras pertenezcan a su ámbito de aplicación.

Desde la base teórica de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, el sistema que produce el lavadero de autos de gasolinera consta de tratamiento primario y tratamiento secundario. Los componentes y equipos para cada tipo de tratamiento se describen a continuación.

El tratamiento primario: Un dispositivo de filtrado sencillo para evitar que entren objetos

grandes en la trampa de grasa; una trampa de grava para separar del agua arena, arcilla y partículas más pesadas que el agua; una trampa de grasas para separar grasas, aceites y sólidos líquidos del agua y, por último, no menos importante, un tanque nivelador que sirve para homogeneizar el agua. Aquí también tiene lugar el proceso de oxidación de sustancias orgánicas y metales pesados disueltos (Ortega & Sánchez, 2021).

El tratamiento secundario: Una unidad de bomba sumergible instalada en el tanque de equilibrio para suministrar agua al sistema de tratamiento secundario; bombas dosificadoras para el suministro de productos químicos (oxidante, neutralizador y coagulante) a los correspondientes tanques de solución; lecho de lodos en panel alveolar (FSML) un dispositivo de floculación y sedimentación de alta velocidad desestabiliza eléctricamente las partículas mediante procesos físicos y químicos, formando y reteniendo flóculos; utilizado para recibir y transportar agua clarificada al tanque de agua en la unidad de filtrado; se utiliza para deshidratar lodos en tanques de floculación y lechos de secado comprimidos, entre otros (Acevedo, 2018).

Una información útil para el desarrollo del proyecto, son los costos de inversión en los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales. “El primer componente del costo es la distribución de los costos incurridos en el proceso de producción y acumulados en la categoría de inventario de trabajos en curso. Esta clasificación es una combinación de dos conceptos de separación diferentes que no se explican en la literatura de contabilidad de costos. Las distinciones anteriores no reflejan los atributos y características de los gastos, pero se utilizan para clasificar categorías y subcategorías de gastos” (Rincón, 2019).

Y dado que no existe una estimación real de los costos asociados a un sistema de tratamiento de aguas residuales, se analiza su funcionamiento para determinar los distintos costos asociados (inversión inicial, operación y mantenimiento). Los resultados del modelo matemático

permiten simular cada tecnología para proporcionar una herramienta ideal para planificar proyectos de control de la contaminación del agua (Salas, Zapata y Guerrero, 2007).

Luego, dado que según Salas, Zapata y Guerrero (2007) los costos de inversión inicial más representativos en un sistema natural consisten en el costo del terreno requerido para construir el sistema, el costo de la impermeabilización y, en el caso de humedales de flujo subterráneo, el costo de los materiales de filtración.

En síntesis, en estos sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, el coste del equipo de tratamiento de lodos también es elevado. Los costos más representativos de operación y mantenimiento de un sistema tradicional incluyen el proceso de automatización y control (si lo hubiera), los equipos de bombeo y el aporte de químicos necesarios para el tratamiento (Patiño J. , 2012).

Finalmente, referente a los beneficios ambientales que compensarán los costos de inversión en el mediano plazo, según Colombia Verde (2023) reducir la contaminación del agua, pero también convertirse en una fuente de energía renovable y agua potable. Además, implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales es una inversión rentable a largo plazo para comunidades y empresas, ya que reduce los costos asociados con la eliminación de residuos y el acceso al agua potable. Conozca todos estos beneficios y más en este artículo sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales.

1.7. Marco conceptual

Aguas residuales: “Son las aguas utilizadas o servidas, de origen doméstico o no doméstico”. (Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, Resolución 1256, 2021, p. 2).

Beneficios del tratamiento de aguas residuales: después del tratamiento, las aguas

residuales pueden sustituir al agua dulce para riego, procesamiento industrial o fines recreativos. También se pueden utilizar para mantener el flujo ambiental y los productos reciclados pueden producir energía y nutrientes (Alianza Mundial para la Seguridad Hídrica y el Saneamiento (GWSP), 2020).

Costos de inversión: los costos de inversión son todos los costos incurridos desde la idea de un proyecto hasta justo antes de la producción del primer producto o servicio. Estos incluyen: estudios de factibilidad, ingeniería de detalle, permisos, etc.; es el resultado de los análisis realizados en la etapa de preinversión de cualquier inversión en construcción (Dotres, *et al.*, 2020).

Ecolavado: el ecolavado incluye la limpieza en seco, que es un método de lavado económico y respetuoso con el medio ambiente. Por eso se llama lavado de autos orgánico. Esta técnica utiliza un consumo mínimo de agua. A veces esto se puede hacer sin utilizar una sola gota de agua (Negocios Rentables [NR], 2020).

Electrofilo: es toda aquella especie química (átomo o molécula) que busca ávidamente un par de electrones. La palabra quiere decir ‘amor por los electrones’. Por lo tanto, un electrófilo siempre tenderá a ganar o aceptar electrones cuando participa en las reacciones químicas.

Establecimiento comercial: “es el lugar donde se desarrolla o se lleva a cabo una actividad de tipo comercial” asimismo “es el espacio físico donde se compran y venden bienes y servicios” (Quiroa, 2020).

Servicentro de Prisa – Ecolavado: empresa organizada.

Sistema de recirculación: es el uso de aguas residuales por parte de un mismo usuario de producción en actividades y procesos unitarios de una misma actividad económica que genera aguas residuales, si se usan sin contacto con el suelo, a menos que soporten infraestructura terrestre (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 1256, 2021)

Tratamiento de aguas residuales: son efluentes procedentes de actividades industriales, comerciales o de servicios y son efluentes no domésticos (ARD). Aguas residuales: Residuos líquidos de uso doméstico, comercial e industrial. Es un método que consta de una serie de procesos físicos, químicos y biológicos diseñados para eliminar contaminantes presentes en el agua producidos por el hombre u otros usos (Universidad Nacional de Colombia [UNC], 2019).

Tratamiento de aguas no domesticas: estos efluentes contienen niveles particularmente altos de contaminantes orgánicos, sólidos sedimentables y bacterias. – Aguas residuales industriales: resultado de procesos en el sector económico secundario (es decir, actividades industriales) (Ferrovial [F], 2023).

1.8. Estado del arte

Se expone a continuación el nombre, objetivos, resultados y conclusiones de otros documentos relacionados con la misma temática.

2.3.1. Normativa

Hace referencia a toda la normativa que se tiene en cuenta para la elaboración del presente documento. En la tabla 1 se puede visualizar con detalles las leyes, decretos y resoluciones en cuestión.

Tabla 2. *Leyes, decretos y resoluciones*

Leyes, Decretos, Resoluciones	Definición
Decreto 1076 de 2015	Sección 2. De la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas y marinas. Artículo 2.2.3.3.2.1. Usos del agua. Para los efectos

	<p>del presente decreto se tendrán en cuenta los siguientes usos del agua: Consumo humano y doméstico. Preservación de flora y fauna. Agrícola. Pecuario. Recreativo. Industrial. Estético. Pesca, Maricultura y Acuicultura. Navegación y Transporte Acuático (República de Colombia, 2015).</p> <p>Esta decisión determina los parámetros y límites máximos permisibles que deben observar las personas que realicen vertidos específicos a cuerpos de agua superficiales y sistemas públicos de alcantarillado. Asimismo, se establecen los parámetros para el análisis y reporte de actividades industriales, comerciales o de servicios de conformidad con el artículo 18 de esta resolución (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 631, 2015).</p>
Resolución 0631 de 2015	<p>Esta decisión tiene como objetivo establecer reglas para el uso de aguas residuales y se aplica a las autoridades ambientales y usuarios de aguas residuales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).</p>

Nota. Describe la relación del marco regulatorio.

2.3.2. Estudios anteriores realizados

Universidad Continental, Huancayo, Perú (2021). En la ciudad de Huancayo, Perú se llevó a cabo un estudio titulado “eficiencia y cuidado del medio ambiente con el servicio ecológico de lavado de vehículos por delivery “Eco Cars Wash” en la provincia de Huancayo 2021”. El enfoque adoptado consistió en utilizar un modelo de plan de negocios para la empresa de lavado de vehículos a domicilio, que incorporara el concepto de eficiencia y protección del medio ambiente, mediante una gestión responsable del recurso hídrico.

Se concluyó que el diseño determinó el modelo de negocio para la prestación de un servicio de lavado de autos, y según estudios de mercado, basados en los conceptos de consumo eficiente de agua y cuidado de la ecología, este servicio será utilizado por el 90% de los usuarios de

Huancayo. El resultado fue la consolidación de los elementos de una estrategia para la gestión del lavado de autos “lavado orgánico” y alcance la previsión de ventas estimadas para el primer año de 196,772.96 soles. Con un crecimiento en los siguientes años del 3% (Bastidas, *et al.*, 2021).

Otro estudio, se realizó en la Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador (2020). Otro estudio realizado en la ciudad de Guayaquil-Ecuador tiene como título “**impacto de los impuestos ambientales en el control de la Contaminación ambiental del agua en las lavadoras de vehículos de la ciudad de Guayaquil**”, el objetivo era analizar cómo los impuestos ambientales afectaban la reducción de la contaminación del agua causada por las actividades de lavado de vehículos en esa localidad.

Respecto a la metodología, se llevó a cabo un estudio descriptivo porque tiene como objetivo identificar los elementos y características de la pregunta de investigación, proponer medidas de protección y control de la contaminación del agua, y medidas fiscales técnicas y/o ambientales que puedan ayudar a reducir la contaminación del agua durante el lavado de fluidos vitales.

Los métodos utilizados fueron descriptivos y cuantitativos, ya que como fuente de información se utilizaron encuestas a empleados de departamentos de lavado de autos, municipios, etc. Además, se recopiló información de textos, revistas, noticias, fuentes estadísticas profesionales, Internet, etc., así como se utilizan leyes, reglamentos y decisiones vigentes.

En conclusión, las principales medidas aceptadas por los responsables de los centros de lavado de coches para proteger el agua son la implementación de una estrategia de producción más limpia (PCS) y la introducción de un cargo por contaminación del agua (Olmedo y Marín, 2020).

Como tercer estudio en temáticas similar a esta investigación, se ejecutó en la Universidad el Bosque. Bogotá D.C (2021). A nivel nacional se tiene un estudio realizado en la ciudad de Bogotá

titulado: *Propuesta para el tratamiento y reúso de efluentes generados en el lavadero vehicular "Tres-Tres" de la localidad de Tunjuelito, Bogotá D.C.* el propósito es desarrollar una propuesta que mejore la eficiencia del sistema de tratamiento y reutilización de los efluentes producidos en el autolavado Tres-Tres.

La problemática planteada menciona que las empresas comerciales que tienen como objetivo el lavado de coches son actualmente una industria con un alto grado de resistencia al concepto de sostenibilidad por su forma de trabajar.

En cuanto a la metodología esta investigación implica la aplicación de diversos mecanismos para la adquisición y análisis de diversos tipos de datos, teniendo en cuenta los métodos necesarios para que las actividades cuantitativas y cualitativas alcancen objetivos específicos. Teniendo en cuenta que la investigación cualitativa suele asociarse con métodos inductivos y la cuantitativa con métodos deductivos, el proyecto se basa tanto en la determinación de las propiedades de una realidad específica a partir de enunciados como en reglas establecidas, por ejemplo, la generación de ideas teóricas.

En conclusión, se tiene que el servicio de lavado de vehículos que ofrece la agencia "Tres-Tres" en la ciudad de Tunjuelito (distrito de Bogotá) se basa en recursos tecnológicos y tecnológicos únicos que chocan incómodamente con el paradigma ambiental del desarrollo sustentable, principalmente en términos de agua potable y saneamiento, así como producción y consumo responsables. Considerándola como una actividad industrial que actualmente tiene una gran demanda y se prevé una estabilización de la demanda a medio y largo plazo, es necesario considerar diversas medidas de menor impacto sobre este recurso (Parra, 2021).

Un estudio que se realizó, lo desarrollo la Fundación Universidad de América. Bogotá D.C (2017). En un estudio realizado en la ciudad de Bogotá titulado Diseño de una planta de tratamiento

de aguas, para lavado automotor, para la empresa Translogam S.A.S. se llevó a cabo un proyecto que consiste en el diseño de una planta de tratamiento de aguas para reutilizar el agua que se utiliza en los lavaderos de automóviles.

Se llevó a cabo una investigación de campo para comprender la situación actual de los procedimientos de lavado en Girardot. Este trabajo de campo también ayudó a establecer parámetros clave para el diseño de la planta, como el caudal de lavado y el volumen de agua a tratar. Se propusieron diferentes opciones de diseño destinadas a mejorar el tratamiento del agua, seguido de la ejecución de un diseño detallado de los procesos involucrados en dicho tratamiento.

El diseño de ingeniería abarca la selección de elementos comerciales, así como análisis estructurales como el del sedimentador, y evaluaciones hidráulicas de pérdidas en tuberías, accesorios y la potencia requerida de las bombas en el sistema de tratamiento.

Los componentes de la planta fueron representados en el software Solid Edge, y para validar los cálculos analíticos se empleó el software de elementos finitos NX 9.0. Finalmente, se elaboraron manuales para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos de la planta. Palabras clave: Diseño, planta de tratamiento de aguas, TRANSLOGAM S.A.S (Cardozo, 2017).

Un artículo publicado, Este estudio aborda el consumo de energía, el crecimiento económico y las emisiones de dióxido de carbono en Colombia, explorando la relación entre el crecimiento económico, el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono. Se empleó la metodología de vectores autorregresivos (VAR) y la prueba de causalidad de Granger con el objetivo de identificar evidencia de una relación directamente proporcional entre estas variables durante el periodo de 1971-2014.

Se llega a la misma conclusión que la investigación académica previa, indicando que hay una asociación positiva entre el consumo de energía y tanto la producción como el consumo de

energía, lo que conlleva a mayores emisiones de dióxido de carbono. Este hallazgo se basa en un artículo derivado de una tesis de pregrado llevada a cabo en la Universidad Industrial de Santander, titulada: *Relación del consumo de energía eléctrica, el crecimiento económico y las emisiones de dióxido de carbono en Colombia para el periodo 1971-2014* (Blanco-Camargo, Henríquez-Orozco, Fajardo-Ortíz, & Romero-Valbuena, 2020).

En la Universidad Industrial de Santander [UIS], Bucaramanga (2022). Un estudio que lleva por título *Análisis del potencial del uso de hidrógeno verde para reducción de emisiones de carbono en Colombia*.

Se ha observado que el hidrógeno verde representa una alternativa versátil y prometedora para el futuro energético. Este tipo de hidrógeno actúa como un vehículo que permite almacenar la energía generada por fuentes renovables intermitentes, como la solar o la eólica. Además, se utiliza para suministrar energía limpia en industrias que son difíciles de descarbonizar, con el objetivo de reducir gradualmente la dependencia de los combustibles fósiles y mitigar el cambio climático.

Usando un modelo que incluye electrolizadores alcalinos y PEM con potencias comparables, se evalúa la capacidad de generación de hidrógeno verde mediante el análisis del balance de masa y energía, considerando una capacidad de electrólisis de 10 MW.

Basándonos en lo anterior y considerando el consumo de combustible fósil en cada sector, se analizó la posibilidad de suministrar o reemplazar una parte del combustible con hidrógeno verde. Los resultados mostraron que este suministro o reemplazo representaría aproximadamente el 1% del total de combustible fósil consumido en el país. Además, se estimó la reducción de emisiones de dióxido de carbono asociada al uso de hidrógeno en cada sector, utilizando una metodología de cuantificación de emisiones. Se identificaron reducciones que oscilan entre 3.000

y 37.000 toneladas de CO₂, dependiendo del sector considerado (Muñoz, *et al.*, 2022).

Otro estudio realizado en la Universidad Industrial de Santander [UIS]. Bucaramanga (2020). En un estudio a nivel local se conoció acerca de una investigación titulada *Metodología para la optimización del consumo energético bajo el análisis de eficiencia financiera con un alto impacto en la reducción de emisiones de GEI*.

Se presenta un ejemplo exitoso de implementación en el campo más grande de Colombia, donde se destaca la preocupación por el calentamiento global como una de las amenazas ambientales, sociales y económicas más graves que enfrenta el mundo en la actualidad. Esto ha llevado a que numerosas empresas y organizaciones adopten un enfoque decidido para hacerle frente.

Por eso, una de las estrategias más eficaces es reducir el consumo de energía. Esto tiene varias ventajas, como la reducción directa del uso de combustible y la implementación de tecnologías más eficientes, lo que se traduce en beneficios económicos. Este proyecto desarrolló una metodología aplicable a la industria del petróleo y el gas, que identifica importantes alternativas para optimizar el consumo energético. Estas contribuyen a los balances de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), especialmente el dióxido de carbono, el metano y los óxidos de nitrógeno, que son temas cruciales para la sostenibilidad global.

Este enfoque se implementó en el campo Rubiales, el cual ha sido el líder en producción de hidrocarburos en Colombia durante la última década y que tiene un consumo energético significativo.

Se llevaron a cabo mediciones para determinar el consumo de energía por pozo, junto con un análisis financiero exhaustivo que facilitó la evaluación y selección de pozos idóneos para optimización. Esto condujo a una serie de acciones, las cuales se categorizaron posteriormente

mediante la aplicación de análisis de valor presente neto esperado y eficacia de la inversión (Sáchica, 2020).

Ecopetrol. Piedecuesta, Santander (2020). En otro estudio realizado entre la empresa Ecopetrol de Piedecuesta y la Universidad Industrial de Santander de Bucaramanga el cual es titulado “Calentamiento de fondo de pozo y métodos de vapor cíclico híbrido: evaluación de tecnologías del laboratorio al campo”. Se conoció que el desarrollo de yacimientos de petróleo pesado mediante métodos de inyección de vapor enfrenta múltiples desafíos debido a la volatilidad de los mercados petroleros, la eficiencia energética y nuevas y más estrictas regulaciones ambientales.

Consistió en resumir los avances de un programa de Investigación y Desarrollo (I+D) establecido por Ecopetrol en 2018 para identificar oportunidades potenciales para mejorar el desempeño de recuperación de proyectos de inyección de vapor en yacimientos de petróleo pesado en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena (VMM) de Colombia.

La metodología utilizada fue la identificación de escenarios óptimos del plan de desarrollo de pozos de petróleo pesado. Este estudio también resume los avances recientes en estudios de laboratorio para la evaluación de tecnologías híbridas de inundación con vapor (vapor más gases de combustión y solventes) y proporciona actualizaciones sobre el piloto híbrido cíclico de vapor-espuma llevado a cabo en dos pozos VMM.

El resultado fue la reducción del ciclo de implementación de tecnologías tEOR siguiendo la descripción análoga del análisis de reservas. Esto último fue validado con los resultados piloto exitosos de la inyección híbrida de vapor con espumas implementada en julio de 2019 (Pérez-Romero, *et al.*, 2020).

En la Universidad de Santander, Bucaramanga (2020). Otro estudio realizado en la Universidad de Santander (UDES) fue titulado Evaluación de la remoción de COD y BOD en

aguas residuales del lavado de autobuses mediante coagulación, floculación y tratamiento biológico aeróbico. El cual está en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales de las aguas residuales de los lavaderos de autos.

La metodología, se basó en un lavadero de autos, cliente de Industrias PARBER, quien facilitó el agua del afluente para todas las pruebas y además brindó sus instalaciones para el montaje de un prototipo de aireación, para realizar la prueba de tratamiento biológico aeróbico; se tomaron muestras compuestas de 4 horas de lavandería, la cual cuenta con servicio las 24 horas, con mayores caudales en el horario de la mañana, en el que se tomaron las muestras analizadas; los análisis se realizaron en el laboratorio de aguas de la Universidad de Santander.

El resultado fue el conocimiento acerca del grado de contaminación, también se realizaron pruebas de tinajas, para simular las operaciones de coagulación, floculación y sedimentación, como parte del posible tratamiento a aplicar al agua. aguas residuales del lavadero de coches (Buitrago, *et al.*, 2020).

3. Metodología

Se realizó un análisis de los costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (marca registrada) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado. Se realizará una investigación con las siguientes características.

1.9. Enfoque de investigación

El enfoque es mixto, es decir tiene elementos tanto cuantitativos como cualitativos. Este enfoque, permitió no solo analizar variables cualitativas en la fase de identificación de los procesos

sino también facilitó la evaluación de impacto con cifras de elementos cuantitativos como la percepción de los actores involucrados (trabajadores, directivos, clientes, proveedores entre otros).

1.10. Tipo de investigación

El tipo de diseño descriptivo. Teniendo en cuenta que los límites entre fenómeno estudiado “relación entre los beneficios y costos de inversión de un sistema de tratamiento de aguas residuales no domesticas en un centro de lavado de autos”, y su contexto no son claramente evidentes, se observaron los procesos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos. Por lo anterior expuesto, se evidencia que es un estudio de tipo no experimental y transeccional.

Se observó y describió la relación costo beneficio del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas, sin influir este sistema de ninguna forma (Browse [B], 2010).

1.11. Población

- 16 trabajadores de nivel operativo del establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.
- 1 director del área de operaciones.
- 1 director del área administrativa financiera.

1.12. Muestreo

Se aplicó un muestreo aleatorio simple, para determinar la muestra de la cantidad de trabajadores a los cuales aplicar una encuesta aplicando un formulario de preguntas, relacionadas con beneficios en el ciclo del agua y energéticos.

Figura 1. *Cálculo de muestra*

The image shows a web-based calculator titled "Calcula el tamaño de tu muestra". It has three input fields: "Tamaño de la población" with the value 16, "Nivel de confianza (%)" with a dropdown menu set to 90, and "Margen de error (%)" with the value 20. Below these fields, the result "Tamaño de la muestra" is displayed as a large green number "9".

Nota. Describe características del cálculo muestral de trabajadores para responder formulario relacionado con beneficios en el ciclo del agua y energéticos. Tomado de SurveyMonkey [Screenshot], poor Surverymonkey,2023.

1.13. Instrumentos

Para el reconocimiento de los procesos actuales en el establecimiento:

Formulario de visita de campo a instalaciones del establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado que facilitó la identificación del estado natural de los procesos actuales que se aplican para el tratamiento de aguas residuales no domesticas utilizadas en el establecimiento y la respectiva evaluación de la eficiencia energética de la utilización de los procesos de tratamiento de aguas residuales.

Preguntas para determinar el costo de inversión del tratamiento de aguas no domesticas denominada electrofloil (®):

Formulario de entrevista semiestructurada soportado en una lista de chequeo resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales” aplicada al director de operaciones del

establecimiento, para conocer las actividades y recursos que se realizan para cumplir los requisitos, parámetros técnicos y legales de la resolución.

Esta herramienta permitió recopilar información acerca de los costos de inversión en los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Preguntas para determinar el beneficio del tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®):

Encuesta soportada en un formulario de preguntas a 9 de los 16 trabajadores, para consolidar los beneficios relacionados con la conservación del ciclo de agua y medio ambiente otorgados por el tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Formulario de entrevista semiestructurada soportado en una lista de chequeo aplicada al director de operaciones del establecimiento, con preguntas relacionadas con la eficiencia energética de los procesos de tratamiento de aguas residuales siguiendo parámetros de la NTC 50001, utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado.

Formulario de entrevista semiestructurada soportado en una lista de chequeo aplicada al director administrativo y financiero del establecimiento, con preguntas relacionadas con los impactos positivos desde la perspectiva ambiental utilizando la herramienta basada en la NTC ISO 14.001:2015 aplicada al proceso de tratamiento de aguas residuales, en entrevista.

1.14. Análisis de datos

Para el análisis de la encuesta aplicada a trabajadores, se aplicaron técnicas soportadas en estadística descriptiva soportados en diagramas de barras y circúlales tomando de base las

respuestas que dan los trabajadores al formulario.

El lugar de la entrevista fue determinado con precisión para el análisis de las entrevistas. Esta ubicación fue un ambiente donde el entrevistado y el entrevistador se sintieron cómodos, como la casa del entrevistado u otro lugar que se consideró.

Los formularios de entrevistas semiestructuradas fueron diseñados en bloques, con preguntas abiertas y cerradas. Tienen preguntas de respuestas cortas y de selección múltiple.

Se utilizó la plataforma Google forms, para facilitar la recopilación de información en los formularios de entrevista, encuesta y listas de chequeo.

1.15. Recolección de información

El tiempo asignado para realizar el cuestionario a cada trabajador en la encuesta o directivo administrativo o de operaciones en las listas de chequeo o formulario de entrevista semiestructurada, consideró que están en jornada laboral, y es necesario concretar una cita para entrevistas y listas de chequeo.

Se comenzó con una introducción al investigador y los objetivos del estudio, los cuales se identifican primero por nombre, lugar de nacimiento, etc. y se utilizan para definir claramente el tema y los objetivos del estudio.

Se leyó el consentimiento informado del sujeto.

Si el sujeto tenía en ese momento dificultades para leer un documento, ya sea orgánico o funcional, el investigador se lo lee en presencia de un testigo elegido por el sujeto.

El formulario de consentimiento informado fue firmado después de su lectura. A los posibles encuestados se les pregunta sobre su disposición a participar en el estudio; si la respuesta

es afirmativa, firmar dos copias de este documento, una para el investigador y otra para el participante; si la respuesta es no, gracias hasta nuevo aviso.

Comienza la entrevista. Si puede realizar una entrevista, necesita un lugar cómodo para comenzar la ronda de preguntas.

Utilice equipo audiovisual o similar para grabar la entrevista y comenzar la entrevista.

Una vez completada la entrevista, apague el dispositivo utilizado para recopilar las conversaciones de la encuesta.

Agradezca al entrevistador y al encuestado su disposición a participar y luego despídase (Troncoso y Amaya, 2017).

1.16. Fases de la investigación

Fase uno: Para identificar los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizadas no domesticas utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Inicialmente, se aplicó un formulario de visita de campo para la identificación de políticas, actividades y herramientas de los procesos actuales de tratamiento de aguas residuales no domesticas que actualmente se utilizan en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

F1A1: Formulación de las preguntas del formulario de visita de campo a instalaciones del establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado que facilitó la identificación del estado natural de los procesos actuales que se aplican para el tratamiento de aguas residuales no domesticas utilizadas en el establecimiento y la respectiva evaluación de la eficiencia energética de la utilización de los procesos de tratamiento de aguas residuales.

F1A2: Desarrollo de la visita de campo de la estudiante autora del proyecto de investigación, guiada durante el recorrido por El director administrativo del establecimiento, para la consolidación de información acerca de los procesos de tratamiento de aguas residuales (insumos, métodos).

F1A3: Consolidación de los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizadas no domesticas que se aplican en el momento de la visita de campo, en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Fase dos: Para detallar los costos de inversión en los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Se indagó acerca del costo de inversión de los procesos de tratamiento de aguas residuales implementados en el establecimiento comercial. Se complementó, con la identificación de los costos relacionados con las actividades y recursos que se realizan para cumplir los requisitos, parámetros técnicos y legales de la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales”.

FIIA1: Organización de la lista de chequeo lavado tomando de base la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible Resolución 1256, 2021).

FIIA2: Formulación de la lista de chequeo con los requisitos, parámetros técnicos y legales que se aplican en el proceso tratamiento de aguas residuales utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado tomando de base la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales” (Ibidem, 2021).

FIIA3: Consolidación de la relación de acciones y recursos para determinar los costó de

inversión de los procesos de tratamiento de aguas residuales implementados en el establecimiento comercial, que realiza el establecimiento para el cumplimiento de la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales”.

FIIA4: Síntesis de los costos de inversión del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas.

Fase tres: Determinación de los beneficios en el ciclo de agua y energéticos, percibidos por los trabajadores y directivos que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Finalmente se identificarán los beneficios, referente a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial.

Para ello, se indagó en la percepción que tiene los trabajadores acerca de los beneficios referente a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Esto implicó, conocer el nivel de cumplimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que se aplican en el establecimiento, frente a los parámetros requeridos en la NTC 14.000 sistemas de gestión ambiental y del nivel de cumplimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que se aplican en el establecimiento, frente a los parámetros requeridos en la NTC 50001 sistema de gestión de energía.

FIIIA1: Organización de la encuesta para aplicar a una muestra de trabajadores para conocer la percepción acerca de los beneficios.

FIIIA2: Aplicación y análisis de la encuesta a trabajadores.

FIIIA3: Formulación de la lista de chequeo para la evaluación de gestión de la utilización de los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado utilizando según ISO 14001.

FIIIA4: Aplicación de la lista de chequeo diligenciada con el director de operaciones del establecimiento. En entrevista al directivo de operaciones ISO 14001.

FIIIA5: Formulación de la lista de chequeo para la evaluación de gestión de la utilización de los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado utilizando según ISO 50001.

FIIIA6: Aplicación de la lista de chequeo diligenciada con el director de operaciones del establecimiento. En entrevista al directivo de operaciones ISO 50001.

FIIIA7: Síntesis de los beneficios en cuanto a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente.

4. Resultados

4.1. Procesos de tratamiento de aguas residuales no domesticas utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Primero se realizó la formulación de las preguntas del formulario de visita de campo a instalaciones del establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado que facilitó la identificación del estado natural de los procesos actuales que se aplican para el tratamiento de aguas residuales no domesticas utilizadas en el establecimiento y la respectiva evaluación de la eficiencia energética de la utilización de los procesos de tratamiento de aguas residuales.

Ver Apéndice A: formulario de visita de campo.

Luego, durante la visita de campo, El director administrativo del establecimiento respondió

preguntas establecidas en el formulario, lo que permitió la consolidación de información acerca de los procesos de tratamiento de aguas residuales (insumos, métodos).

En la visita de campo, se identificó que los insumos que son aplicados en el proceso de tratamiento de aguas residuales no domésticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, son: solventes, detergentes, jabones de diferentes composiciones y sulfatantes.

No obstante, dado que actualmente para la limpieza general de automóviles y otros objetos se utilizan altas cantidades de agua, y este vertido genera un impacto negativo en el medio ambiente dado que estas aguas residuales ingresan a cuerpos de agua, ríos y arroyos. Las directivas del establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado tomaran decisiones referentes a la inversión en un sistema de mejoramiento de aguas residuales no domésticas.

Otro elemento relevante del proceso es referente a sus costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domésticas denominada electrofloil (®). En el cual el método utilizado para el cálculo de costos del tratamiento de aguas es basado en costos por procesos. No obstante, se requieren mejoras en el sistema de costeo el cual actualmente está establecido por procesos y no genera información precisa para evaluar con precisión el costo de inversión, operación y mantenimiento de un sistema de aguas residuales no domésticas.

Consolidación información de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas que se aplican en el momento de la visita de campo, en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

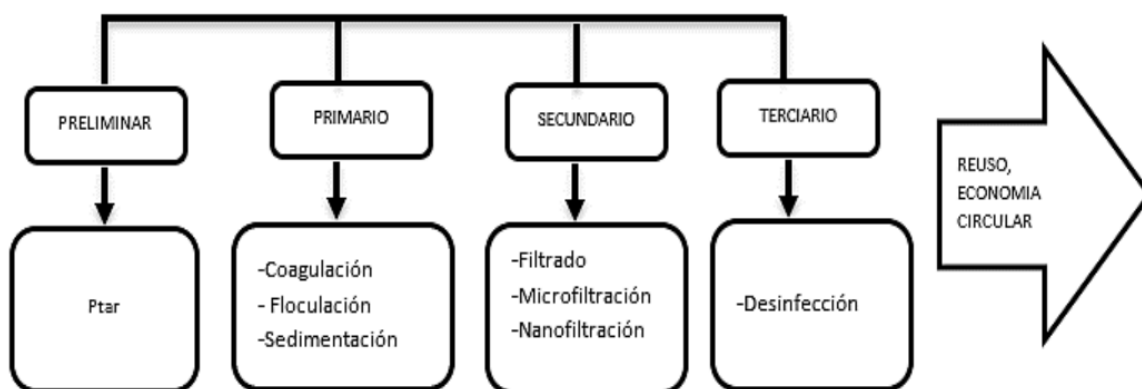
Según García y González (2022) desde 2017 se instaló el sistema piloto Ecolavado en el centro de servicios de Deprisa en Bucaramanga (Colombia); actualmente el método que contempla el sistema de tratamiento de aguas tiene un procedimiento de aireación extendida, lo cual es

relevante para el funcionamiento. El sistema implementado redujo en un 80% el consumo de agua.

Interpretando lo expuesto en García y González (2022) El sistema actualmente implementado en el establecimiento está compuesto por equipos convencionales de fácil manejo, así como productos químicos comerciales comunes, tales como coagulantes, carbón activado con plata coloidal y polímeros. El agua residual no doméstica que se dirige hacia el alcantarillado es recolectada y bombeada mediante una bomba sumergible de 1 hp desde la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), luego de ser tratada y recirculada, hacia un tanque de almacenamiento de 2 m³.

El proceso contiene diferentes etapas de tratamiento como se visualiza en la figura. Sistema de recirculación de aguas residuales no domésticas.

Figura 2. *Proceso de recirculación de aguas residuales no domésticas utilizada en el centro de servicios de Deprisa*



Nota. Describe paso a paso el proceso del sistema de recirculación utilizado en el establecimiento.

Adaptado de (Garcia y Gonzalez, 2022).

En consistencia con lo expuesto, las aguas residuales domésticas son descargadas al desagüe de la planta de tratamiento de aguas residuales (foto) mediante una bomba sumergible de

1 HP en la cámara de volumen de salida "H", donde ingresa a la etapa primaria y elimina las partículas en suspensión en el agua remanente.

Finalmente, los procesos fisicoquímicos principales que pueden formar parte del tratamiento primario incluyen la sedimentación, la flotación, la coagulación-floculación y la filtración. Continuando con la descripción durante el proceso se separan los sólidos en suspensión efecto del uso de policloruro como coagulante. Adicional a ello, el aluminio (PAC) tiene la capacidad de desestabilizar los sólidos suspendidos y estos sólidos inestables forman un flóculo que luego se deposita en un precipitador utilizando polímeros o floculantes de alta densidad (García González, 2022).

4.2. Costos de inversión en los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Se indagó acerca del costo de inversión de los procesos de tratamiento de aguas residuales implementados en el establecimiento comercial.

Fue pertinente complementar la información, con la identificación de los costos relacionados con las actividades y recursos que se realizan para cumplir los requisitos, parámetros técnicos y legales de la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales”.

En efecto, se expone el análisis de resultados de la lista de chequeo con los requisitos, parámetros técnicos y legales que se aplican en el proceso tratamiento de aguas residuales utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado.

Para exponer los resultados, es de considerar que, para establecer la lista de chequeo, se tomó de base la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 1256, 2021). Se expone en la siguiente tabla las

actividades y recursos que hace el establecimiento para el cumplimiento de la resolución 1256 de 2021 (ver Apéndice B).

Tabla 3. *Actividades y recursos que hace el establecimiento Servicentro de Prisa – Eco lavado para el cumplimiento de la Res 1256 del 2021*

Normatividad y Concepto		
Resolución 1256 de 2021	Requisitos, parámetros técnicos y legales	Actividades y recursos que hace el establecimiento Servicentro de Prisa – Eco lavado para el cumplimiento de la res 1256 del 2021
Artículo 3. De la recirculación	3. Cuando resulte técnica y económicamente factible, cualquier usuario del agua puede recircular sus aguas residuales sin necesidad de obtener autorización ambiental, como se indica en el balance hídrico.	Organización de procedimiento para contar con información actualizada del balance hídrico del sistema de recirculación de la actividad económica.
Artículo 4. Del rehusó	4. Detección de los posibles riesgos para los recursos naturales renovables asociados al empleo de aguas residuales.	Levantamiento y mantenimiento del procedimiento de riesgos potenciales a los recursos naturales renovables derivados del uso de las Aguas Residuales.
Artículo 4. Del rehusó	4. Para obtener el derecho de uso de las aguas residuales como un bien de uso público, será necesario obtener una concesión de aguas, excepto según lo establecido en el artículo 148 del Decreto-Ley 2811 de 1974.	Gestión de concesión de aguas para adquirir el derecho al uso de las aguas residuales como bien de uso público.
Artículo 5. De los usos y los criterios mínimos de calidad	5. De los usos y los criterios mínimos de calidad. Las aguas residuales se podrán usar en los uso agrícola e industrial de que tratan los artículos 2.2.3.3.2.5 y 2.2.3.3.2.8 del Decreto 1076 de 2015 o la norma que modifique adiciona o sustituya.	Estudio de caracterización de las Aguas Residuales.
Artículo 5. De los usos y los criterios mínimos de calidad	5. El usuario receptor deberá llevar a cabo la medición de radionucleidos si emplea aguas residuales derivadas de procesos tecnológicos vinculados a materiales radiactivos naturales o a actividades antrópicas que utilicen radionucleidos.	Medición de radionucleidos.

Artículo 6. De la transición	Recopilación y actualización de datos técnicos para gestionar y prevenir los riesgos relacionados con la utilización de aguas residuales.
------------------------------------	---

Nota. Describe los parámetros exigidos por la resolución 1256 de 2021. Adaptado de (Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, Resolución 1256, 2021).

4.2.1. Costos de inversión inicial

Se componen de:

- Estudios preliminares y estudios de suelo.
- Diseño e ingeniería.
- Construcción del sistema para recirculación (sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas).
- Costos de inversión relacionados con las actividades y recursos que se realizan para cumplir con los requisitos, parámetros técnicos y legales establecidos en 1256/ 2021.

Se expone en la tabla 4, la consolidación de la relación de acciones y recursos con sus respectivo costó de inversión de los procesos de tratamiento de aguas residuales implementados en el establecimiento comercial, que realiza el establecimiento para el cumplimiento de la resolución 1256 / 2021 “reglamentación de uso de aguas residuales”.

Tabla 4. *Costo de inversión relacionado con actividades y recursos que hace el establecimiento para el cumplimiento de la Res 1256 del 2021*

Normatividad y Concepto			
Requisitos, parámetros técnicos	Actividades y recursos que hace el establecimiento	Costo de inversión relacionados con las	Servicentro de Prisa

y legales resolución 1256 de 2021	– Eco lavado para el cumplimiento de la res 1256 2021	actividades y recursos que se realizan para cumplir 1256/ 2021
Artículo 3. De la recirculación	Organización de procedimiento para contar con datos recientes sobre el equilibrio hídrico del sistema de recirculación de la actividad económica.	\$ 2.500.000
Artículo 4. Del rehusó	Levantamiento y mantenimiento del procedimiento de riesgos potenciales a los recursos naturales renovables derivados del uso de las Aguas Residuales.	\$ 5.000.000
Artículo 4. Del rehusó	Gestión de concesión de aguas para adquirir el derecho al uso de las aguas residuales como bien de uso público.	\$ 5.800.000
Artículo 5. De los usos y los criterios mínimos de calidad	Estudio de caracterización de las Aguas Residuales.	\$ 2.800.000
Artículo 5. De los usos y los criterios mínimos de calidad	Medición de radionucleidos.	\$ 3.500.000
Artículo 6. De la transición	Levantamiento y mantenimiento de información técnica para el manejo y la prevención de los riesgos asociados al uso de las aguas residuales.	\$ 2.500.000

Nota. Describe los parámetros exigidos por la resolución 1256 de 2021. Adaptado de (Minambiente, 2021).

El total de costos de inversión relacionados con las actividades y recursos que se realizan para cumplir con los requisitos, parámetros técnicos y legales establecidos en 1256/ 2021 son: \$22.100.000=

Referente a la construcción del sistema para recirculación (sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas): se estima en \$29,440,963.

Este valor fue determinado en entrevista realizada en la visita de campo con El director administrativo quien argumenta que las bases de cálculo fueron tomadas del proyecto guía “construcción de unidades sanitarias” establecido por el departamento nacional de planeación (2020) y actualizando el valor de 2018 a 2023 de los costos publicados en el artículo Implementación de tecnologías tradicionales para disminuir el consumo de agua y las emisiones de gases de efecto invernadero mediante la reutilización del agua residual no doméstica: Proyecto piloto en Colombia. Enfoque en la Economía Circular (Garcia y Gonzalez, 2022).

Se identificó que los gastos relacionados con la operación y cuidado están mayormente determinados por las necesidades técnicas, entre las que se destacan: el suministro eléctrico, productos químicos y la supervisión tecnológica para garantizar la calidad del agua; mantenimiento y reparación de equipos; personal que opera y mantiene el equipo; y gastos generales como se ilustra para este caso particular, en la siguiente tabla 5.

Finalmente, referente a las labores de mantenimiento: técnico mecánico, técnico electricista, auxiliar de mantenimiento y celador. También se incurre en gastos de laboratorio: químico y técnico de laboratorio (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [Minvivienda], 2014).

4.2.2. Consolidación de costos del tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®)

En la siguiente tabla 5 se evidencian los componentes de los costos relacionados con la implementación del proceso de tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Los costos de la planta de tratamiento de aguas residuales no domesticas se organizaron en dos categorías principales: costos de inversión inicial con un total de \$66.741.000= y costos de funcionamiento (operación, mantenimiento y administrativos) con un total de \$9.150.000= los de operación y mantenimiento y \$5.612.000= los administrativos.

Tabla 5. Componentes de los costos relacionados con la implementación del proceso de tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado

Costo	Actividad	En pesos (\$)
Inversión inicial \$66.741.000=	Estudios preliminares y estudios de suelo	\$5.300.000=
	Diseño e ingeniería	\$11.000.000=
	Construcción del sistema para recirculación (sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas)	\$29,440,963=
	Terreno	0
	Interventoría	0
	Costos de inversión relacionados con las actividades y recursos que se realizan para cumplir con los requisitos, parámetros técnicos y legales establecidos en 1256/ 2021	\$21.000.000=
	Reposición	0
Funcionamiento \$9.150.000= \$14.762.000	Reposiciones	0
	Reparaciones (10% del valor construcción)	\$2.944.096=
	Energía	\$120.000=
	Operación y mantenimiento	Insumos químicos \$250.000=
	Monitoreo de los procesos y de la calidad del agua	\$ 2.800.000=
	Mano de obra para operación y mantenimiento (1 mes de honorarios operador y auxiliar de operación)	\$3.036.000=
	Disposición de lodos	\$0
	Mantenimiento de los equipos (10% del valor construcción).	\$2.944.096=
	Administrativos	

Costo	Actividad	En pesos (\$)
\$5.612.000=	Personal administrativo (1 mes de 50% de honorarios director administrativo)	\$1.518.000=
	Gastos generales	\$450.000=
	Tasas ambientales	\$700.000=

Nota. Ilustra Componentes de los costos relacionados con la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Fuente. Adaptada de (Erazo, Salas y Zapata, 2007).

4.3. Beneficios otorgados por el tratamiento de aguas residuales no domesticas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Finalmente se identificaron los beneficios, referente a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial. Para ello, se indagó en la percepción que tiene los trabajadores acerca de los beneficios referente a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado (ver Apéndice C).

Inicialmente se realizó la organización de la encuesta para aplicar a una muestra de trabajadores para conocer la percepción acerca de los beneficios.

Para luego aplicar y consolidar con los resultados un análisis de la encuesta a trabajadores.

Los resultados de las respuestas por 9 de los 16 trabajadores del establecimiento, se evidencia a continuación:

Beneficios en cuanto a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente desde la perspectiva de los trabajadores del establecimiento.

Y evita que se viertan aguas con detergentes y con residuos de aceites.

El tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®) genera ahorro económico al establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Es una solución rentable en comparación con otras fuentes de agua existentes (aguas superficiales, aguas subterráneas o desalinización).

En complemento, genera menor peligro de enfermedades por peligros químicos que pueden ser generados por aguas estancadas o aguas con alto nivel de sustancias tóxicas.

Disminuye los tensoactivos (detergentes o jabones de limpieza y lavado) generando mayor calidad de agua para ser reutilizada.

Evita pagar multas por generar vertimientos sin el debido tratamiento de residuos líquidos.

Para consolidar este análisis se aplicó una lista de chequeo en entrevista con al director de operaciones, conocer el nivel de cumplimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que se aplican en el establecimiento, frente a los parámetros requeridos en la NTC 14.000 sistemas de gestión ambiental (ver Apéndice D).

Según el análisis de impactos positivos desde la perspectiva ambiental utilizando la herramienta NTC ISO 14001:2015 del Proceso de tratamiento de aguas residuales.

Tiene las siguientes debilidades:

- No tiene identificado que impacto a aguas subterráneas, se genera con los procesos de autolavado.
- En las instalaciones se genera un alto agotamiento de los recursos naturales: debido al consumo de agua y energía, por contaminación del recurso hídrico por aportes de sedimentos a los sistemas hídricos, generación de ruido en los procesos de secado y aspirado de los muebles y los cambios en la calidad del agua superficial.
- No tiene identificado que impacto a suelos, se genera con los procesos de autolavado.

- No cuenta con un sistema de gestión ambiental soportado en alguna norma técnica como NTC ISO 14001:2015.

Según el análisis de impactos positivos desde la perspectiva ambiental basado en la NTC 14001:2015, tiene las siguientes fortalezas:

- Cuenta con política de gestión de impacto ambiental generado por procesos del autolavado.
- Tiene identificado que impacto a aire, se genera con los procesos de autolavado.

También se aplicó una lista de chequeo en entrevista al director de operaciones, que permitió conocer el nivel de cumplimiento de los procesos de tratamiento de aguas residuales no domésticas, que se aplican en el establecimiento, frente a los parámetros requeridos en la NTC 50.001 sistema de gestión de energía (ver Apéndice E).

Primero se formuló la lista de chequeo para la evaluación de gestión de la utilización de los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado utilizando según ISO 50.001. Luego fue aplicada al director de operaciones del establecimiento.

Debilidades del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas, frente a lo exigido en la norma técnica de gestión energética:

- No cuenta con políticas de eficiencia energética aprobadas por la dirección
- No tiene un procedimiento de planificación energética
- No registra uso de indicadores de desempeño energético
- No hace valoración de la eficiencia energética de equipos antes de comprarlos como infraestructura del proceso de lavado

- No complementa sus auditorías con criterios de eficiencia energética

Fortalezas del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas, frente a lo exigido en la norma técnica de gestión energética:

- Cuenta con políticas de eficiencia energética aprobadas por la dirección
- Existen actas de reuniones de directivos en las cuales se ha aprobado acciones para mejorar en temas de eficiencia energética en el lavadero
- Cada mes, se realiza revisión de consumo de energía
- Si cuenta con objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía
- Se tiene personal interno o asesores calificados en el tema de eficiencia energética
- Es frecuente la realización de capacitaciones en manejo eficiente de recursos energéticos a los trabajadores del autolavado
- Se ha contemplado instalar planta de generación de energía con celdas fotovoltaicas para consumo propio.

4.3.1. Consolidación de los beneficios del tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®)

4.3.1.1. Desde una perspectiva económica. Genera ahorro económico al establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado y es una solución rentable en comparación con otras fuentes de agua existentes (aguas superficiales, aguas subterráneas o desalinización).

El tratamiento evita que Servicentro de Prisa evite pagar multas por generar vertimientos sin el debido tratamiento y evita que se viertan aguas con detergentes y con residuos de aceites.

Otros beneficios es que genera a Servicentro de Prisa, un fortalecimiento de imagen que da la empresa ante las autoridades y el público, al cumplir con la normatividad y con los estándares de calidad en materia de medio ambiente y genera ahorro en el consumo de agua.

4.3.1.2. Desde una perspectiva energético ambiental. El bajo consumo de energía puede articularse con la generación que se logre con una planta de generación de energética con celdas fotovoltaicas para consumo propio.

Mejora la accesibilidad al agua, dado que las entidades que proporcionan el servicio de agua están en la tendencia de obligar a los lavaderos de autos a reciclar agua, y en caso de que no, el lavadero recibirá agua en cantidades restringidas, lo que afectará la operación.

Permite evidenciar que el establecimiento ejecuta políticas de gestión de impacto ambiental generado por procesos del autolavado. Por ejemplo, se puede evidenciar que impacto a aire, se genera con los procesos de autolavado.

Facilita la gestión de información para la toma de decisiones en cuanto a la eficiencia energética dado que el tratamiento facilita el control logrando alinear la gestión a objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía.

4.3.1.3. Desde una perspectiva social. Permite sensibilizar al personal interno o asesores en el tema de eficiencia energética, preservación del agua y conciencia ambiental.

El tratamiento puede ser utilizado como método para capacitaciones en manejo eficiente de recursos energéticos a los trabajadores del autolavado a personal nuevo.

Genera menor peligro de enfermedades por peligros químicos que pueden ser generados por aguas estancadas o aguas con alto nivel de sustancias tóxicas.

4.3.2. Cuantificación de beneficios económicos, ambientales y sociales que genera el sistema de tratamiento de aguas residuales

4.3.2.1. Desde una perspectiva económica. La empresa evita el pago de multas en pesos por generar vertimientos sin el debido tratamiento y evita que se viertan aguas con detergentes y con residuos de aceites. Al respecto, dichas multas diarias alcanzan un valor de cinco mil (5000) salarios mínimos mensuales legales vigentes SMLV.

En complemento, los beneficios monetarios obtenidos por la mejora de la marca, la reputación y la imagen, derivados de la mejora de las relaciones con las autoridades y la comunidad, ascienden a \$40,000,000 de pesos.

Otro valor de beneficios es lo que evita en costos por no verter aguas con detergentes y con residuos de aceites. La cantidad de litros de agua multiplicado por valor litro promedio, soportado en recibos de servicio de agua es de $\$6000 \text{ cop/m}^3 * 100 \text{ m}^3/\text{mensuales} = \$600,000 \text{ COP}$.

El valor en \$ que se ahorra al no pagar multa por generar vertimientos sin el debido tratamiento de residuos líquidos, es de cinco mil (5000) salarios mínimos mensuales legales vigentes SMLV, día.

4.3.2.2. Desde una perspectiva energético ambiental. El valor en \$ promedio que puede costar el agotamiento de los recursos naturales debido al consumo de agua y energía, se expone a continuación:

- Por contaminación del recurso hídrico por aportes de sedimentos a los sistemas hídricos.
- Por la generación de ruido en los procesos de secado y aspirado de los muebles.
- Por los cambios en la calidad del agua superficial.

- Ahorro de energía si se implementa una planta de generación de energía con celdas fotovoltaicas para consumo propio: \$950,000 cop/mensual.
- Beneficios en pesos \$ por alineación de la gestión a objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía: \$1.550,000 cop/mensual.

4.3.2.3. Desde una perspectiva social. Los días de incapacidad en promedio, que se evitan si estos son generados por peligros químicos que pueden ser generados por aguas estancadas o aguas con alto nivel de sustancias tóxicas, en trabajadores del lavadero, pueden ser de tres días.

Los costos de un programa de sensibilización ambiental al personal interno o asesores en el tema de eficiencia energética, preservación del agua y conciencia ambiental: Profesionales Voluntarios y capacitación en métodos eficientes de gestión de recursos energéticos a los trabajadores del autolavado a personal nuevo, es de \$30,000 por hora.

5. Conclusiones

Se concluye que la implementación del sistema electrofloil en el establecimiento Servicentro de Prisa, genera beneficios ambientales que compensan los costos de inversión en el mediano plazo, como reducir la contaminación del agua. Puede también convertirse en una fuente de energía renovable y agua potable a largo plazo tanto para la empresa como para comunidades y empresas, dado que reduce los costos asociados con la eliminación de residuos y el acceso al agua potable. Se resalta que después del tratamiento, las aguas residuales pueden sustituir al agua dulce para riego, procesamiento industrial o fines recreativos.

Los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizadas no domesticas utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, están generados en la estación de servicio por el lavado de vehículos y se constituye de un tratamiento primario y secundario. En este caso se centra en electrofloil el cual es toda aquella especie química (átomo o molécula) que busca ávidamente un par de electrones, y garantiza la recirculación de efluentes que contienen niveles particularmente altos de contaminantes orgánicos, sólidos sedimentables y bacterias.

Referente a los costos de inversión en los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, se concluye que aunque no existe una estimación real de los costos asociados a un sistema de tratamiento de aguas residuales, se analiza su funcionamiento para determinar los distintos costos asociados (inversión inicial, operación y mantenimiento), en este proyecto se determinó que estos se justifican en este sistema de tratamiento dado que permite un ahorro económico al establecimiento comercial y es una solución rentable en comparación con otras fuentes de agua existentes (aguas superficiales, aguas subterráneas o desalinización). Además de evitar el probable pago multas por generar vertimientos sin el debido tratamiento y evita que se viertan aguas con

detergentes y con residuos de aceites. Todo lo anterior se consolida en una mejor imagen y marca como empresa.

Al determinar los beneficios en cuanto a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, percibidos por los trabajadores, directivos y comunidad que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, se logró concluir que se resalta el impacto ambiental evidenciado en un bajo consumo de energía puede articularse con la generación que se logre con una planta de generación de energética con celdas fotovoltaicas para consumo propio y en cuanto a la operación la mejora de la accesibilidad al agua.

No obstante, como organización también recibe beneficios dado que permite evidenciar que el establecimiento ejecuta políticas de gestión de impacto ambiental generado por procesos del autolavado y facilita la gestión de información para la toma de decisiones en cuanto a la eficiencia energética dado que el tratamiento facilita el control logrando alinear la gestión a objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía.

Al analizar los costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado, para evaluar la viabilidad de implementar este sistema de tratamiento. Los costos de la planta de tratamiento de aguas residuales no domesticas se organizaron en dos categorías principales: costos de inversión inicial con un total de \$66.741.000= y costos de funcionamiento (operación, mantenimiento y administrativos) con un total de \$9.150.000= los de operación y mantenimiento y \$5.612.000= los administrativos.

Se concluye, aunque el establecimiento pertenece a un sector con alto grado de resistencia al concepto de sostenibilidad por su forma de trabajar el tratamiento implementado genera un

efecto financiero positivo dada la reducción del consumo energético, disminución directa del consumo de combustible, y la inclusión de tecnología de mayor eficiencia.

6. Recomendaciones

Organización de un sistema consolidado siguiendo la metodología ABC costeo basado en actividades que permita mejorar la claridad por discernimiento de los costos. Esta metodología permitirá asignar con mayor precisión los costos indirectos a productos o servicios específicos, lo que facilitará la comprensión de la rentabilidad de cada línea de negocio. La implementación de este enfoque brindará la oportunidad de identificar áreas para mejorar la eficiencia, lo que respaldará la toma de decisiones informadas sobre precios, inversiones y estrategias de reducción de costos.

Revisión cada tres meses de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que permita la gestión de riesgos químicos y biológicos de los trabajadores y los visitantes. Estas evaluaciones trimestrales permitirían una gestión proactiva de los riesgos químicos y biológicos para proteger tanto a los trabajadores como a los visitantes. Durante estas revisiones, se pueden identificar y abordar los riesgos presentes en el entorno laboral, lo que puede llegar a garantizar la implementación de medidas de control efectivas. Además, estas revisiones pueden servir como oportunidad para capacitar al personal sobre riesgos específicos y medidas de seguridad adecuadas, fomentando así una cultura de seguridad en la organización.

Organizar con la comunidad que habita en zonas aledañas, un programa de sensibilización de contaminación de aguas subterráneas. Este programa puede incluir diversas actividades educativas, como charlas informativas y talleres prácticos, diseñadas para aumentar la conciencia ambiental y promover prácticas sostenibles de uso del agua. Además, se puede involucrar a la

comunidad en actividades de limpieza y mantenimiento de fuentes de agua locales para fomentar un sentido de responsabilidad compartida hacia la protección de los recursos hídricos. Esta colaboración buscaría crear un impacto positivo en la preservación del medio ambiente y el bienestar de la comunidad local.

Para futuros estudios se recomienda un análisis comparativo de tecnologías de tratamiento de aguas residuales no domésticas que sea de manera exhaustiva y comparativa en cuanto a las diversas tecnologías de tratamiento de aguas residuales no domésticas, incluida la tecnología electrofloil, con el fin de evaluar su eficacia, costos de inversión y beneficios ambientales. Además, se recomienda analizar detenidamente las ventajas y desventajas de cada tecnología en términos de rendimiento de tratamiento, consumo de energía, mantenimiento y adecuación a las necesidades específicas de la empresa o emprendimiento que se esté estudiando.

Referencias

- Acevedo, L. (2018). Diseño de los sistemas de bombeo electrosumergible para un campo ubicado en la cuenca de los llanos orientales a partir del análisis de fallo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Albarracin, E. (2018). *Sistema de tratamiento de agua residual auatolavado samiwall*. Universidad distrital francisco jose de caldas.
- Alianza Mundial para la Seguridad Hídrica y el Saneamiento (GWSP) (2020). *El agua residual puede generar beneficios para la gente, el medioambiente y las economías, según el Banco Mundial*. <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#:~:text=%E2%80%9CUna%20vez%20tratadas%2C%20las%20aguas,pueden%20generar%20energ%C3%ADa%20y%20>
- Andersen. (2019). *¿Qué es la certificación ISO 14001?* <https://www.fao.org/3/ad818s/ad818s08.htm#TopOfPage>
- Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones [ANDESCO]. (2021). *Acueducto Metropolitano de Bucaramanga: Resultados y retos tras 105 años de crecimiento*. <https://andesco.org.co/acueducto-metropolitano-de-bucaramanga-resultados-y-retos-tras-105-anos-de-crecimiento/>
- Bastidas, J., Lopez, C., y Mateo, J. (2021). *Eficiencia y cuidado del medio ambiente con el servicio ecológico de lavado de vehículos por delivery “Eco Cars Wash” en la provincia de Huancayo 2021*. [Tesis de Maestría, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Continental.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10253/1/IV_PG_MBA_TI_Bastidas_Lopez_Mateo_2021.pdf

Blanco-Camargo, D., Henríquez-Orozco, S., Fajardo-Ortíz, E., y Romero-Valbuena, H. (2020). Consumo de energía, crecimiento económico y emisión de dióxido de carbono en Colombia. *Revista Fuentes: El Reventón Energético*, 18(1), 41-50. doi:<http://dx.doi.org/10.18273/revfue.v18n1-2020005>

Browse. (2010). *Diseño de la Investigación*. https://ori.hhs.gov/education/products/sdsu/espanol/res_des1.htm#:~:text=Un%20estudio%20descriptivo%20es%20normalmente,e%20incluir%20en%20el%20experimento

Buitrago, Z., Epalza, J., y García, L. (2020). Evaluación de la remoción de COD y BOD en aguas residuales del lavado de autobuses mediante coagulación, floculación y tratamiento biológico aeróbico. *Chemical Engineering Transactions*, 79, 379-384. doi:<https://doi.org/10.3303/CET2079064>

Cardozo, J. (2017). *Diseño de una planta de tratamiento de aguas, para lavado automotor, para la empresa Translogam S.A.S.* [Tesis de Grado, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional UAmérica. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6496/1/4121501-2017-2-IM.pdf>

Colombia Verde [CV]. (2023). *Beneficios de un sistema de tratamiento de aguas residuales*. <https://colombiaverde.com.co/geografia/hidrografia/beneficios-de-un-sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>

Comisión de Regulación CRA. (2014). *Incorporación del costo de operación de tratamiento de aguas residuales CTR en el costo medio de operación particular del prestador en*

alcantarillado - CMO. de <https://www.cra.gov.co/sites/default/files/documents/2017-12/cartilla-ctr-cra.pdf>

Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2020). *Construcción de Unidades Sanitarias para Vivienda Rural.* <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/unidadesanitarias/PT-Unidades-Sanitarias-V3---22072020.pdf>

Díaz, V., y Calzadilla, A. (2016). Artículos científicos, tipos de investigación y productividad científica en las Ciencias de la Salud. *Revista Ciencias de la Salud*, 14(1). doi:<https://doi.org/10.12804/revsalud14.01.2016.10>

Dotres, S., Garcíandia, G., y Zuñiga, L. (2020). El costo total de inversiones en proyectos de construcción. *Revista de Desarrollo Sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación RILCO DS*, 2(11), 1-8. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7864528#:~:text=Los%20costos%20de%20inversi%C3%B3n%20son,del%20primer%20producto%20o%20servicio.>

Erazo, J., Salas, D., y Zapata, M. (2007). Modelo de costos para el tratamiento de las aguas residuales en la región. *Scientia et Technica*, 5(37), 591-596. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4787802>

Escalante, V., Echeverría, I., Aliaga, G., y Heredia, G. (2023). Evaluación comparativa de la gestión y costos y sistemas descentralizados de tratamiento de aguas residuales domésticas. *Investigación y Desarrollo*, 23(1). doi:DOI:10.23881/idupbo.023.1-3i

Ferrovial. (2023). *Aguas Residuales.* <https://www.ferrovial.com/es/recursos/aguas-residuales/#:~:text=Se%20trata%20de%20un%20agua,decir%2C%20en%20las%20actividades%20industriales>

- Fundación ALUNA [FA]. (2020). *¡Lavar al rayo McQueen! Un problema que se disminuye gracias a los lavaderos sostenibles*. Fundación ALUNA Ciencia y Tecnología para el planeta. <https://aluna.news/aguas/2020/lavar-al-rayo-mcqueen-un-problema-que-se-disminuye-gracias-a-los-lavaderos-sostenibles/>
- García, L. E., y Gonzalez, L. G. (2022). Uso de la tecnología convencional para la reducción de agua de consumo y gases de efecto invernadero a través de la recirculación del agua residual no doméstica: Piloto Industrial en Colombia. *Economía Circular. Fuentes el Reventón Energético* . doi:<http://dx.doi.org/10.18273/revfue.v20n2-2022007>
- García, L., y Gonzalez, L. (2022). Uso de la tecnología convencional para la reducción de agua de consumo y gases de efecto invernadero a través de la recirculación del agua residual no doméstica: Piloto Industrial en Colombia. *Economía Circular. El reventón energético*, 20(2), 75-90. doi:ISSN-e 1657-6527
- González, R., y Bernal, J. (2012). *Check list / Listas de chequeo: ¿Qué es un checklist y cómo usarlo?*
<http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/1109#:~:text=Las%20listas%20de%20chequeo%20o,ordenadamente%20y%20de%20forma%20sistem%C3%A1tica>
- González, X. (2018). Conozca las iniciativas ambientales de algunos lavaderos de carros en el país. *La República*. <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/las-iniciativas-ambientales-de-algunos-lavaderos-de-carros-2767532>
- Guelmes, E. (2015). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. *Revista Universidad y Sociedad*, 7(1). scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202015000100004

- Gutiérrez, J. (2021). *Costos de inversión y beneficios del tratamiento de aguas residuales domésticas en el municipio de Zipaquirá*. [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional Unimilitar. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/39017/Guti%C3%A9rrezMu%C3%B1ozJoannelysJos%C3%A92021.pdf?sequence=1>
- Jiménez, D. (2020). *Guía de diseño y construcción de alcantarillados*. Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/37751/2021DannaJimenez.pdf?sequence=1>
- Martínez-Hernández, J., Parra-Reyes, N., Guerrero-Martin, L. E., Camacho-Galindo, L. S., Salinas, R., Guerrero, W. A., y Guerrero-Martin, C. A. (2022). Análisis DOFA para la evaluación del potencial de energía eólica en Colombia. *Fuentes, el reventón energético*, 20(1), 45–56. doi:<https://doi.org/10.18273/revfue.v20n1-2022005>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [Minambiente]. (2022, 20 de enero). *Minambiente y ANDI lanzaron resolución que permite el reúso de aguas residuales*. Colombia potencia por la vida: <https://www.minambiente.gov.co/minambiente-y-andi-lanzaron-resolucion-que-permite-el-reuso-de-aguas-residuales/#:~:text=El%20Ministerio%20de%20Ambiente%20y%20Desarrollo%20Sostenible%20y,de%20acueducto%20y%20otros%20usuarios%20del%20recurso%20h%C3%ADdrico>.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo [MinCIT]. (2015). *Guía del Subsistema de Gestión Ambiental bajo la NTC ISO 14001:2015*. <https://www.mincit.gov.co/ministerio/gestion/gestion-ambiental/documentos-ga/24-10-2022-guia-sga-09-2022.aspx>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [Minvivienda]. (2014). *Incorporación del costo de operación de tratamiento de aguas residuales*.

<https://www.cra.gov.co/sites/default/files/documents/2017-12/cartilla-ctr-cra.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [Minvivienda]. (2021). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS*.

<https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>

Muñoz, J., Beleño, W., y Díaz, H. (2022). Análisis del potencial del uso de hidrógeno verde para reducción de emisiones de carbono en Colombia. *Revista Fuentes: el Reventón Energético*, 20(1), 57–72. doi:<https://doi.org/10.18273/revfue.v20n1-2022006>

Naciones Unidas [NU]. (2019). *El impacto del cambio tecnológico rápido en el desarrollo sostenible*. Ginebra: Consejo Económico y Social. de Unctad:

https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162019d2_es.pdf

Negocios Rentables [NR]. (2020). *Lavado en seco de autos | Cómo montar un «car wash» ecológico*. Blog. <https://muchosnegociosrentables.com/montar-negocio-de-lavado-en-seco-de-autos/>

Núñez, A. (2009). Concepciones teóricas sobre la crisis de los recursos hídricos y su regulación. *Isonomía*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-02182009000200008

OGA. (2020). *Glosario Ambiental Oga*. OGA Bogotá <https://ogabogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2020/10/Aguas-Residuales-y-Vertimientos.pdf>

- Olmedo, D., y Marín, M. (2020). *Impacto de los impuestos ambientales en el control de la Contaminación ambiental del agua en las lavadoras de vehículos De la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Institucional ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52447/1/D-PCD14698.pdf>
- Ortega, A. T., y Sánchez, N. R. (2021). Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 31(2). doi:<https://doi.org/10.18359/rcin.5343>
- Ortega, A., y Sánchez, N. (2021). Tratamientos avanzados para la potabilización de aguas residuales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 31(2). doi:<https://doi.org/10.18359/rcin.5343>
- Parra, D. (2021). *Propuesta para el tratamiento y reúso de efluentes generados en el lavadero vehicular “Tres-Tres” de la localidad de Tunjuelito, Bogotá D.C.* [Tesis de Grado, Universidad el Bosque]. Repositorio Institucional Unbosque. https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/7394/Parra_Moreno_Daniel_Esteban_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Patíño, J. (2012). *Costo de inversión inicial, operación y mantenimiento de tratamientos natural de aguas residuales para pequeñas comunidades en Colombia*. [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7547/tesis606.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Patiño, J. (2012). *Costos de Inversión inicial, operación y mantenimiento de tratamientos naturales de aguas residuales para pequeñas comunidades en Colombia*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Patiño, J. (2012). *Costos de inversión inicial, operación y mantenimiento de tratamientos naturales de aguas residuales*. Bogotá: Universidad Pontificia bolivariana.

Patiño, J. (2018). *Costo de inversión inicial, operación y mantenimiento de tratamientos natural de aguas residuales para pequeñas comunidades en Colombia*. [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7547/tesis606.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez-Romero, R.-A., García-Duarte, H.-A., Osma-Marín, L.-Y., Barbosa-Goldstein, C., Garcia-Rodriguez, L.-E., Botett-Cervantes, J.-A., . . . Manrique-Ventura, E.-J. (2020). Calentamiento de fondo de pozo y métodos de vapor cíclico híbrido: Evaluación de Tecnologías del laboratorio al campo. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, 10(2), 49-60. doi:<https://doi.org/10.29047/01225383.257>

Quiroa, M. (2020, 1 de abril). *Establecimiento comercial*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/establecimiento-comercial.html>

Reátegui, K. (2016). *Lavado de vehiculos automotores en la ciudad y su efecto sobre el uso del agua*. Iquitos: Universiad Nacional de la Amazonia Peruana.

República de Colombia. (2015, 26 de mayo). *Decreto 1076*. Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Resolución 631 de 2015 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos

puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones. Marzo 17 de 2015.

Resolución 1256 de 2021 [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se reglamenta el uso de las aguas residuales y se adoptan otras disposiciones. Noviembre 23 de 2021.

Resolución 330 de 2017 [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009. Junio 8 de 2017.

Rincón, C. (2019). *Clasificación teórica de los costos*. Bogotá: EAN.
<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/2448>

Rocío, F. d. (2020). Aguas residuales urbanas y sus efectos en la comunidad de Paso Blanco, municipio de Jesús María, Aguascalientes. *Revista de El Colegio de San Luis*, 18(16).
doi:<https://doi.org/10.21696/rcsl9162018760>

Rodríguez, McLaughlin, y Pennock. (2019). *La contaminación del suelo: una realidad oculta*. Roma: FAO.

Romero, M., Barrientos, T., Cuevas, L., Bautista, S., Colchero, A., Gaona, E. B., . . . Shamah, T. (2023). Metodología de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2020 sobre Covid-19. *Salud Pública de México*, 63(3). doi:<https://doi.org/10.21149/12580>

Sáchica, J. (2020). Metodología para la optimización del consumo energético bajo el análisis de eficiencia financiera con un alto impacto en la reducción de emisiones de GEI. Caso exitoso de aplicación en el campo más grande de Colombia. *Revista Fuentes, el reventón energético*, 18(2), 107-122. doi:<https://doi.org/10.18273/revfue.v18n2-2020007>

Safer Smarter Greener [SSG]. (2023). *ISO 50001 – Gestión de la energía*.

[https://www.dnv.com.mx/services/iso-50001-gestion-de-la-energia-](https://www.dnv.com.mx/services/iso-50001-gestion-de-la-energia-3370#:~:text=%2D%20La%20norma%20ISO%2050001%20ayuda,gesti%C3%B3n%20de%20los%20recursos%20energ%C3%A9ticos)

[3370#:~:text=%2D%20La%20norma%20ISO%2050001%20ayuda,gesti%C3%B3n%20de%20los%20recursos%20energ%C3%A9ticos](https://www.dnv.com.mx/services/iso-50001-gestion-de-la-energia-3370#:~:text=%2D%20La%20norma%20ISO%2050001%20ayuda,gesti%C3%B3n%20de%20los%20recursos%20energ%C3%A9ticos)

Salas, D., Zapata, M., y Guerrero, J. (2007). Modelo de costos para el tratamiento de las aguas residuales en la región. *Scientia et Technica* A(37), 591-596.

[https://www.bing.com/ck/a?!yyp=e1138931a4cb2fc8JmltdHM9MTY5ODQ1MTIwMCZpZ3VpZD0zODcwY2MzOC1iN2U1LTY2NDUtMzg2ZC1kZGM5YjY0YTY3ODkmaW5zaWQ9NTE4Mwyptn=3yver=2yhsh=3yfclid=3870cc38-b7e5-6645-386d-](https://www.bing.com/ck/a?!yyp=e1138931a4cb2fc8JmltdHM9MTY5ODQ1MTIwMCZpZ3VpZD0zODcwY2MzOC1iN2U1LTY2NDUtMzg2ZC1kZGM5YjY0YTY3ODkmaW5zaWQ9NTE4Mwyptn=3yver=2yhsh=3yfclid=3870cc38-b7e5-6645-386d-ddc2b64a6789ypsq=Dialnet-ModeloDeCostosParaElTratamientoDeLasAgua)

[ddc2b64a6789ypsq=Dialnet-ModeloDeCostosParaElTratamientoDeLasAgua](https://www.bing.com/ck/a?!yyp=e1138931a4cb2fc8JmltdHM9MTY5ODQ1MTIwMCZpZ3VpZD0zODcwY2MzOC1iN2U1LTY2NDUtMzg2ZC1kZGM5YjY0YTY3ODkmaW5zaWQ9NTE4Mwyptn=3yver=2yhsh=3yfclid=3870cc38-b7e5-6645-386d-ddc2b64a6789ypsq=Dialnet-ModeloDeCostosParaElTratamientoDeLasAgua)

Sosa, M. M., y Arriaga, R. N. (2023). Endeudamiento y rendimiento accionario en la Bolsa Mexicana de Valores (2017-2021). *Análisis económico*, 38(97).

[doi:doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v38n97/sosa](https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2022v38n97/sosa)

Storm Water [SW]. (2021). *¿Que es el escurrimiento de agua de tormenta?* de Rgvstormwater:

[https://rgvstormwater.org/wp-content/uploads/2021/01/Car-wash-Tri-fold-r2-](https://rgvstormwater.org/wp-content/uploads/2021/01/Car-wash-Tri-fold-r2-Espa%C3%B1ol-2.pdf)

[Espa%C3%B1ol-2.pdf](https://rgvstormwater.org/wp-content/uploads/2021/01/Car-wash-Tri-fold-r2-Espa%C3%B1ol-2.pdf)

Troncoso, C., y Amaya, A. (2017). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos

cualitativos en investigación de salud. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>,

65(2). doi:<https://doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>

Universidad Nacional de Colombia [UNC]. (2019). *Glosario ambiental oga*.

[https://ogabogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2020/10/Aguas-Residuales-y-](https://ogabogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2020/10/Aguas-Residuales-y-Vertimientos.pdf)

[Vertimientos.pdf](https://ogabogota.unal.edu.co/wp-content/uploads/2020/10/Aguas-Residuales-y-Vertimientos.pdf)

Vargas, A., Calderón, J., Velásquez, D., Castro, M., y Nuñez, D. (2020). Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(2). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052020000200315>

Apéndices

Apéndice A. formulario de visita de campo para la identificación de políticas, actividades y herramientas

Formulario de visita de campo para la identificación de políticas, actividades y herramientas de los procesos actuales de tratamiento de aguas residuales no domesticas que actualmente se utilizan en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

En el proceso tratamiento de aguas residuales NO DOMESTICAS denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado,

¿Cuáles de los siguientes insumos, son aplicados?

- Solventes, ____
- Detergentes ____
- Jabones de diferentes composiciones ____
- Otros, cuales: _____

¿Cuáles de los siguientes métodos contempla el sistema de tratamiento de aguas que se ha implementado?

- Tiene construcción de lagunas de estabilización, Si __ No ____
- Cuenta con sistema de aireación extendida, Si __ No ____
- Cuenta con filtros biológicos, Si __ No ____

El método utilizado para cálculo de Costos del proceso de tratamiento de aguas es basado en cuál de los siguientes métodos:

- Costos por procesos ____
- Costos basados en actividades ABC ____
- Costos por departamentos ____

Cuáles son las actividades del proceso desde una perspectiva física (favor describir paso a paso):

Cuáles son las actividades del proceso desde una perspectiva química (favor describir paso a paso):

Apéndice B. Lista de chequeo resolución 1256 de 2021

Lista de chequeo resolución 1256 de 2021		
Resolución 1256 de 2021	Requisitos, parámetros técnicos y legales	¿Qué actividades y recursos que hace el establecimiento Servicentro de Prisa – Eco lavado para el cumplimiento de la res 1256 del 2021?
Artículo 3. De la recirculación	Siempre que sea técnica y económicamente viable, todo usuario del recurso hídrico podrá hacer la recirculación de sus aguas residuales, sin que se requiera autorización ambiental: Balance hídrico.	
Artículo 4. Del rehusó	Identificación de los riesgos potenciales a los recursos naturales renovables derivados del uso de las Aguas Residuales.	
Artículo 4. Del rehusó	Se requerirá concesión de aguas para adquirir el derecho al uso de las aguas residuales como bien de uso público, salvo lo dispuesto en el artículo 148 del Decreto-Ley 2811 de 1974.	
Artículo 5. De los usos y los criterios mínimos de calidad	De los usos y los criterios mínimos de calidad. Las aguas residuales se podrán usar en los usos agrícola e industrial de que tratan los artículos 2.2.3.3.2.5 y 2.2.3.3.2.8 del Decreto 1076 de 2015 o la norma que modifique adicionalmente o sustituya.	
Artículo 5. De los usos y los criterios mínimos de calidad	La medición de radionucleidos deberá ser realizada por el Usuario Receptor siempre y cuando use aguas residuales de procesos tecnológicos relacionados con materiales radiactivos naturales o procesos	

antrópicos en donde se empleen
radionucleidos.

**Artículo 6. De la
transición**

Nota. Describe los parámetros exigidos por la resolución 1256 de 2021. Adaptado de (Minambiente, 2021) [“Por la cual se resuelve un recurso de reposición” \(minambiente.gov.co\)](#)

Apéndice C. Encuesta beneficios otorgados por el tratamiento de aguas residuales no domesticas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado

Encuesta: beneficios otorgados por el tratamiento de aguas residuales no domesticas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

Encuesta soportada en un formulario, para consolidar los beneficios relacionados con la conservación del ciclo de agua y medio ambiente otorgados por el tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado.

El tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®) genera ahorro económico al establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®) es una solución rentable en comparación con otras fuentes de agua existentes (aguas superficiales, aguas subterráneas o desalinización)

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El tratamiento de aguas residuales no domesticas evita que Servicentro de Prisa evite pagar multas por generar vertimientos sin el debido tratamiento

- Totalmente en desacuerdo

- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El tratamiento de aguas residuales no domésticas evita electrofloil (®) que se viertan aguas con detergentes y con residuos de aceites

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El tratamiento de aguas residuales no domesticas genera menor peligro de enfermedades por peligros químicos que pueden ser generados por aguas estancadas o aguas con alto nivel de sustancias toxicas

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El tratamiento de aguas residuales no domésticas reutilizadas disminuye los tensoactivos (detergentes o jabones de limpieza y lavado) generando mayor calidad de agua para ser reutilizada

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El tratamiento de aguas residuales no domesticas genera a Servicentro de Prisa, un fortalecimiento de imagen que da la empresa ante las autoridades y el público, al cumplir con la normatividad y con los estándares de calidad en materia de medio ambiente

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

El tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) genera ahorro en el consumo de agua*

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Las entidades que proporcionan el servicio de agua están en la tendencia de obligar a los lavaderos de autos a reciclar agua, y en caso de que no, el lavadero recibirá agua en cantidades restringidas, lo que afectará la operación

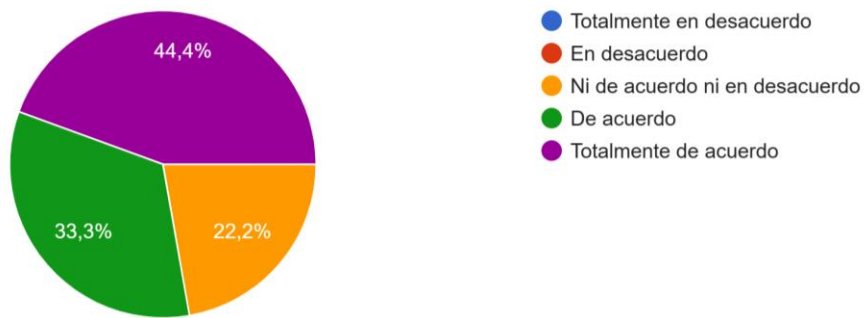
- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Apéndice D. Resultados de la encuesta realizada en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado

A continuación, se presentan las graficas de los resultados de las respuestas que dieron 9 de los 16 trabajadores a la encuesta beneficios otorgados por el tratamiento de aguas residuales no domesticas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado

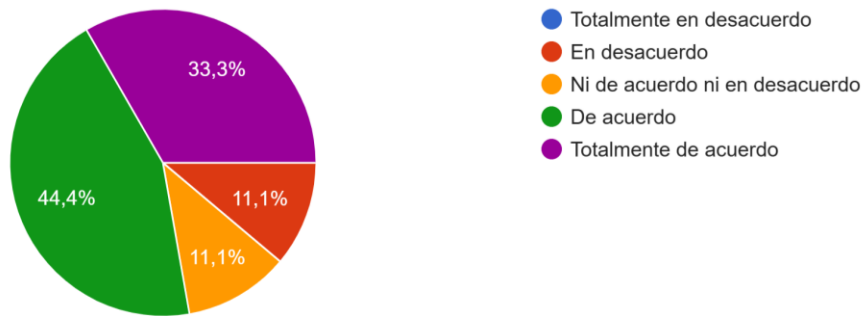
El tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®) genera ahorro económico al establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado

9 respuestas



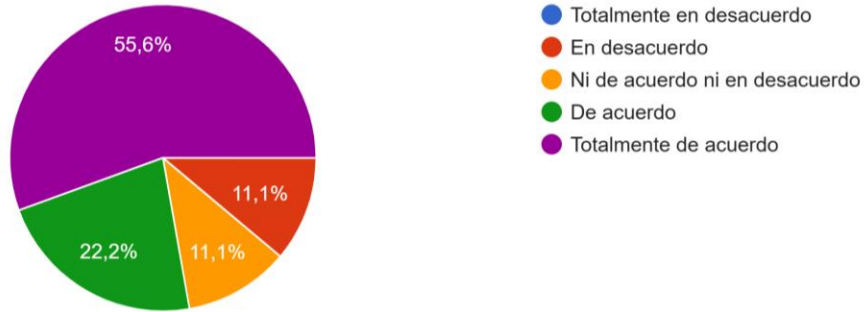
El tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®) es una solución rentable en comparación con otras fuentes de agua existentes (...perficiales, aguas subterráneas o desalinización)

9 respuestas



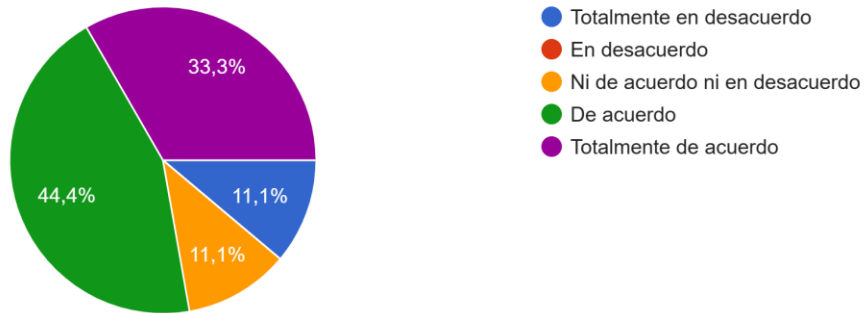
El tratamiento de aguas residuales no domésticas evita que Servicentro de Prisa evite pagar multas por generar vertimientos sin el debido tratamiento

9 respuestas



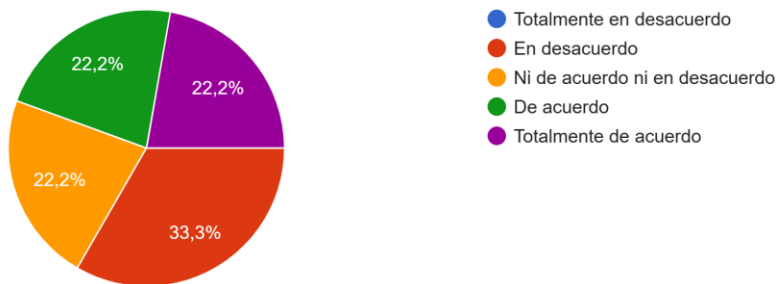
El tratamiento de aguas residuales no domésticas electrofloil (®) evita que se viertan aguas con detergentes y con residuos de aceites a las aguas subterráneas

9 respuestas



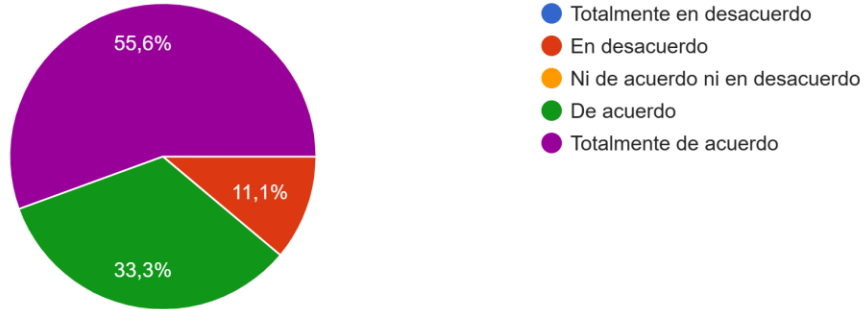
El tratamiento de aguas residuales no domésticas genera menor peligro de enfermedades por peligros químicos que pueden ser generados por agu...s o aguas con alto nivel de sustancias tóxicas

9 respuestas



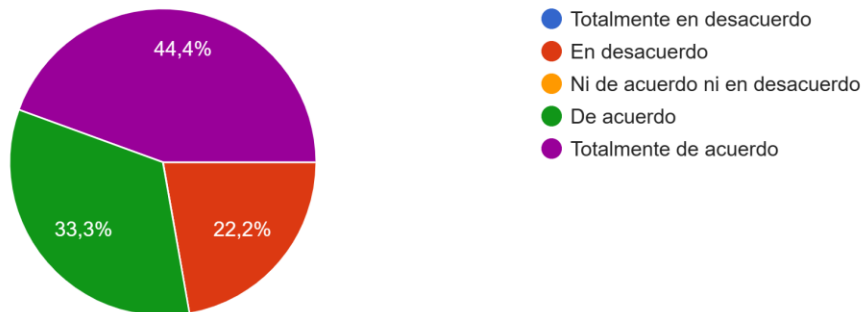
El tratamiento de aguas residuales no domésticas reutilizadas disminuye los tensoactivos (detergentes o jabones de limpieza y lavado) generando mayor calidad de agua para ser reutilizada

9 respuestas



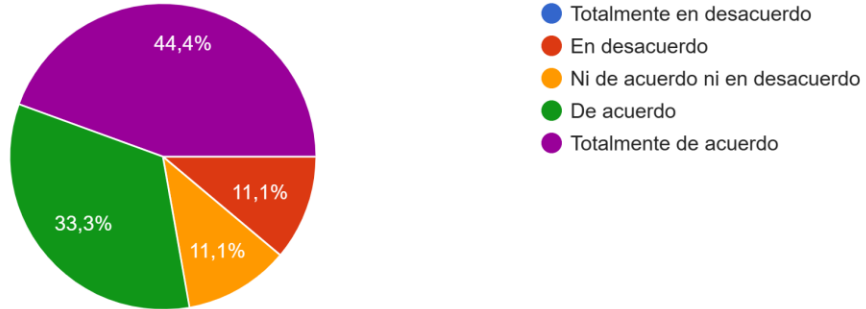
El tratamiento de aguas residuales no domesticas genera a Servicentro de Prisa, un fortalecimiento de imagen que da la empresa ante las autoridades...tándares de calidad en materia de medio ambiente

9 respuestas



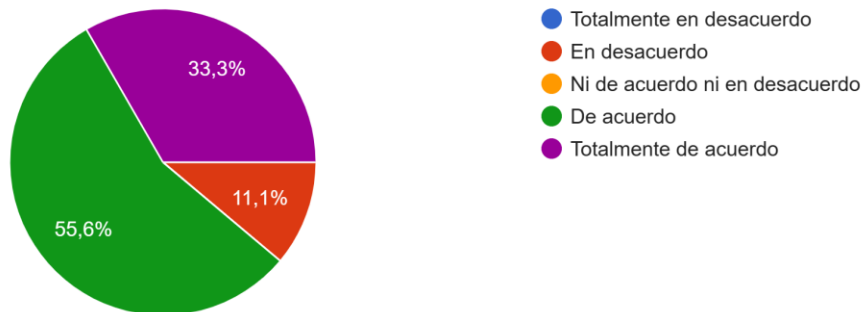
El tratamiento de aguas residuales no domesticas denominada electrofloil (®) genera ahorro en el consumo de agua

9 respuestas



Las entidades que proporcionan el servicio de agua están en la tendencia de obligar a los lavaderos de autos a reciclar agua, y en caso de que no, el la...antidades restringidas, lo que afectará la operación

9 respuestas



Apéndice E. Formulario de entrevista semiestructurada soportado en una lista de chequeo eficiencia energética de los procesos de tratamiento de aguas residuales siguiendo parámetros de la NTC 50001.

Formulario de entrevista semiestructurada soportado en una lista de chequeo aplicada al director de operaciones del establecimiento, con preguntas relacionadas con la eficiencia energética de los procesos de tratamiento de aguas residuales siguiendo parámetros de la NTC 50001, utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Eco lavado.

Se agradece responder las siguientes preguntas.

- ¿Cuenta con políticas de eficiencia energética aprobadas por la dirección? ____
- ¿Existen actas de reuniones de directivos en las cuales se ha aprobado acciones para mejorar en temas de eficiencia energética en el lavadero? ____
- ¿Se cuenta con un procedimiento de planificación energética?
- ¿Con que frecuencia se hace revisión de consumo de energía? ____
- ¿Se cuenta con indicadores de desempeño energético? ____
- ¿Se cuenta con objetivos energéticos, metas energéticas y planes de acción de gestión de la energía?
- ¿Se cuenta con personal interno o asesores calificados en el tema de eficiencia energética?
- ¿Se han realizado capacitaciones en manejo eficiente de recursos energéticos a los trabajadores del autolavado?
- ¿Se hace valoración de la eficiencia energética de equipos antes de comprarlos como infraestructura del proceso de lavado?

- ¿Se ha contemplado instalar planta de generación de energía con celdas fotovoltaicas para consumo propio?
- ¿En la realización de auditorías se contemplan criterios de eficiencia energética?

Apéndice F. Análisis de Impactos Positivos utilizando la herramienta NTC ISO 14001

Análisis de impactos positivos desde la perspectiva ambiental utilizando la herramienta NTC ISO 14001 del Proceso de tratamiento de aguas residuales.

Se agradece responder las siguientes preguntas.

- ¿Se cuenta con política de gestión de impacto ambiental generado por procesos del autolavado?
- ¿Se tiene identificado que impacto a aire, se genera con los procesos de autolavado?
- ¿Se tiene identificado que impacto a aguas subterráneas, se genera con los procesos de autolavado?
- ¿Se tiene identificado que impacto a suelos, se genera con los procesos de autolavado?
- ¿Se cuenta con un sistema de gestión ambiental soportado en alguna norma técnica como NTC ISO 14001?

Apéndice G. Cronograma del proyecto de investigación desarrollado

OBJETIVOS ESPECIFICOS	ACTIVIDADES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5					
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4		
1 Identificar los procesos de tratamiento de aguas residuales utilizadas no domesticas utilizadas en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado	1.1 Determinación de las alternativas usadas en tratamiento.	█	█																				
	1.2 Entrevista con formulario de entrevista semiestructurada (insumos y métodos).		█	█																			
	1.3 Determinación de los efectos de los procesos de tratamiento de aguas,			█	█																		
2 Detallar los costos de inversión en los diferentes procesos de tratamiento de aguas residuales implementado en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado	2.1 Determinación de requisitos, parámetros técnicos y legales que se aplican en el proceso tratamiento de aguas (res. 1256/2021)					█	█																
	2.2 Consolidación de la relación de acciones y recursos para determinar los costos de inversión, que realiza el establecimiento						█	█	█	█													
	2.3 Recopilación de costos de inversión que implican las acciones y recursos aplicados en el establecimiento								█	█	█	█	█										
3 Determinar los beneficios en cuanto a la conservación del ciclo de agua y medio ambiente, percibidos por los trabajadores, directivos y comunidad que otorga el tratamiento no domesticas denominada electrofoil (®) en el establecimiento comercial Servicentro de Prisa – Ecolavado	3.1 Aplicación de una lista de chequeo ISO 5001											█	█	█	█								
	3.2 Aplicación de una lista de chequeo ISO 14001												█	█	█	█							
	3.3 Entrevista semiestructurada a una muestra de 9 de los 16 trabajadores, relacionada con beneficios en el ciclo de agua y energéticos.															█	█	█	█				
	3.4 Síntesis de los beneficios en el ciclo de agua y energéticos del sistema de tratamiento de aguas residuales no domésticas.																			█	█	█	

Nota. describe los tiempos para lograr los objetivos del proyecto. elaboración propia. (2023)

Apéndice H. Presupuesto del proyecto de investigación desarrollado

PRESUPUESTO				
CONCEPTO	APORTE ESTUDIANTE	APORTE UNIVERSIDAD	APORTE EMPRESA	TOTAL
Compra de libros	0	0	0	0
Alquiler de equipo y gastos de telefonía	0	250.000	1.000.000	1.250.000
TOTAL INVERSIONES	0	250.000	1.000.000	1.250.000
EGRESOS				
CONCEPTO	APORTE ESTUDIANTE	APORTE UNIVERSIDAD	APORTE EMPRESA	TOTAL
Sueldos de estudiante	19.344.000	0	0	19.344.000
Honorarios de Director del proyecto	0	1.578.715	0	1.578.715
Honorarios de Calificadores del proyecto	0	732.000	0	732.000
Publicaciones de libros o artículo en revista	0	500.000	0	500.000
Fotocopias	0	0	100.000	100.000
Encuadernación	100.000	0	0	100.000
Útiles de Escritorio y Papelería	0	0	100.000	100.000
Material de Sistematización	500.000	0	0	500.000
Material Didáctico	500.000	0	0	500.000
Acceso a bases de datos	0	0	3.000.000	3.000.000
Inscripción a Seminarios y Congresos	250.000	0	0	250.000
Transporte Terrestre urbano	80.000	0	250.000	330.000
TOTAL EGRESOS	20.774.000	2.810.715	3.450.000	27.034.715
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	20.774.000	3.060.715	4.450.000	28.284.715

Nota. describe los recursos para lograr los objetivos del proyecto. elaboración propia. (2023)