

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá



**Gestión del tratamiento y reutilización del recurso hídrico en los lavaderos de automóviles
de la ciudad de Bogotá**

Cristian José Mesa Monroy

Jairo Andrés León Infante

Viviana Marcela Gómez Romero

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Marzo de 2025

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

**Gestión del tratamiento y reutilización del recurso hídrico en los lavaderos de automóviles
de la ciudad de Bogotá**

Cristian José Mesa Monroy

Jairo Andrés León Infante

Viviana Marcela Gómez Romero

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesor(a)

Sergio Andrés Zabala Vargas
Doctor en Tecnología Educativa

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Marzo de 2025

Contenido

Lista de tablas	5
Lista de figuras.....	6
Lista de anexos.....	7
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1 Descripción del problema.....	13
1.2 La pregunta de investigación.....	15
1.3 Los objetivos de investigación	15
1.3.1 Objetivo general.....	15
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificación de la investigación.....	16
1.4.1 Importancia de la Investigación	16
1.4.2 Viabilidad técnica de la Investigación	17
1.4.3 Limitaciones del estudio	17
2. MARCO DE REFERENCIA.....	19
2.1 Marco de Antecedentes	19
2.2 Marco Teórico	25
2.2.1 Aguas residuales	25
2.2.2 Tratamiento de aguas residuales	26
2.2.3 Químicos usados en el proceso de tratamiento de aguas residuales	28
2.2.4 Beneficios del tratamiento de aguas residuales	29
2.3 Marco normativo	30
3. METODOLOGÍA.....	33
3.1 Enfoque y alcance de la investigación	33
3.2 Población y muestra	34

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

3.2.1	Definición de la población	34
3.2.2	Cálculo y selección de la muestra.....	34
3.3	Instrumento(s)	36
3.3.1	Estructura de la encuesta.....	36
3.3.2	Variables contempladas para la recolección de los datos	37
3.3.3	Elementos requeridos para la recolección de los datos.....	37
3.3.4	Características de los datos que se recogerán con el instrumento seleccionado.....	38
3.3.5	Validación del Instrumento.....	39
3.4	Descripción de procedimientos	39
3.4.1	Preparación del Instrumento de Medición	39
3.4.2	Entrenamiento del Personal	40
3.4.3	Aplicación de la Encuesta.....	40
3.4.4	Recolección y Almacenamiento de Datos	41
3.4.5	Preparación de los datos obtenidos para el análisis	41
3.5	Análisis de información	42
3.6	Consideraciones éticas	44
3.6.1	Análisis de consideraciones éticas	44
3.6.2	Instrumentos de aceptación y autorización	45
4	HIPOTESIS	46
4.1	Las variables.....	46
4.1.1	Variable(s) independiente(s).....	46
4.1.2	Variable(s) dependiente(s).....	46
4.2	Planteamiento de hipótesis	47
5	RESULTADOS	48
5.1	Análisis de Datos de acuerdo con la encuesta realizada	48
5.1.1	Análisis de resultados respecto a los objetivos	70
5.2	Propuesta al sector.....	72
5.3	Discusión.....	74
6	CONCLUSIONES.....	77
7	Referencias	80
Anexos	83

Lista de tablas

Tabla 1 Regulaciones sobre el tratamiento de aguas residuales	30
Tabla 2 Edad. Resultados estadísticos descriptivos	49
Tabla 3 Frecuencia. Resultados estadísticos descriptivos.....	52
Tabla 4 Tipo de lavadero. Resultados estadísticos descriptivos	54
Tabla 5 Presupuesto. Resultados estadísticos descriptivos.....	57
Tabla 6 Prácticas de tratamiento de reutilización de agua	59
Tabla 7 Porcentajes de prácticas considerables	61
Tabla 8 Importancia de la conservación del agua.....	63
Tabla 9 Aceptación de lavaderos que tengan implementado algún sistema de tratamiento de agua	66
Tabla 10 Recepción de información sobre el tratamiento de aguas en los lavaderos de autos.....	68

Lista de figuras

Figura 1 Mapa de Ubicación de los lavaderos de autos registrados	34
Figura 2 Edad.....	50
Figura 3 Densidad de la variable edad.....	51
Figura 4 Frecuencia de utilización de servicio de lavadero de autos.....	53
Figura 5 Frecuencia de utilización de lavado de autos expresado en porcentaje.....	54
Figura 6 Cantidad de usuarios que utilizan los diferentes tipos de lavaderos	56
Figura 7 Porcentaje de usuarios que utilizan los diferentes tipos de lavaderos	56
Figura 8 Distribución en cantidad por cada uno de los valores a pagar	58
Figura 9 Distribución de usuarios por cada rango de pago.....	58
Figura 10 Conocimiento de prácticas de tratamiento de aguas.....	60
Figura 11 Mejores prácticas para el tratamiento de aguas	62
Figura 12 Mejores prácticas para el tratamiento de aguas expresado en porcentaje	63
Figura 13 Importancia de la conservación del agua.....	64
Figura 14 Importancia de la conservación del agua expresado en porcentaje	65
Figura 15 Aceptación de lavaderos que tengan implementado algún sistema de tratamiento de agua	66
Figura 16 Porcentaje de Aceptación de lavaderos que tengan implementado algún sistema de tratamiento de agua	67
Figura 17 Recepción de información sobre el tratamiento de aguas en los lavaderos de autos ..	69

Lista de anexos

Anexo A Encuesta..... 83

Anexo B Validacion_encuesta_DR_27082024.pdf 87

Anexo C Validacion2_encuesta_DR_28082024 88

Resumen

El alto consumo de agua en los lavaderos de autos de Bogotá y la falta de tecnologías de reutilización generan un impacto ambiental significativo, afectando la disponibilidad del recurso hídrico. Esta investigación tiene como objetivo analizar las prácticas actuales en la gestión del agua en estos establecimientos y proponer estrategias para la implementación de sistemas de tratamiento y reutilización.

La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, con la aplicación de encuestas a 57 usuarios de lavaderos de autos registrados en la Secretaría de Ambiente de Bogotá. Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente para identificar la percepción y disposición de los usuarios hacia prácticas sostenibles.

Los resultados indican que el 84% de los encuestados cambiaría de lavadero si este implementara prácticas sostenibles, y el 49,12% estaría dispuesto a pagar un costo adicional por servicios con tratamiento de agua. A pesar del desconocimiento sobre estos procesos, la mayoría de los usuarios reconoce la importancia de la conservación del agua.

Con base en estos hallazgos, se propone la implementación de sistemas de filtración y sedimentación, el uso de detergentes biodegradables y la creación de incentivos económicos para fomentar la adopción de tecnologías sostenibles. Estas estrategias podrían reducir el impacto ambiental del sector y mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico en Bogotá.

Palabras clave: reutilización del agua, lavaderos de autos, tratamiento de aguas residuales, sostenibilidad hídrica, Bogotá.

Abstract

The high water consumption in car washes in Bogotá and the lack of reuse technologies generate a significant environmental impact, affecting water availability. This research aims to analyze current water management practices in these establishments and propose strategies for implementing treatment and reuse systems.

The methodology followed a quantitative approach, with surveys conducted among 57 users of car washes registered with the Environmental Secretariat of Bogotá. The collected data were statistically analyzed to determine users' perception and willingness towards sustainable practices.

Results show that 84% of respondents would switch to a car wash implementing sustainable practices, and 49.12% would be willing to pay an additional cost for water treatment services.

Despite the lack of knowledge about these processes, most users acknowledge the importance of water conservation.

Based on these findings, it is proposed to implement filtration and sedimentation systems, use biodegradable detergents, and create economic incentives to encourage the adoption of sustainable technologies. These strategies could reduce the sector's environmental impact and improve water resource efficiency in Bogotá.

Keywords: water reuse, car washes, wastewater treatment, water sustainability, Bogotá.

Introducción

El agua es un recurso esencial para la vida y el desarrollo económico, sin embargo, su disponibilidad y calidad se ven afectadas por el crecimiento poblacional, el cambio climático y el uso ineficiente en diversas actividades industriales y comerciales. Uno de los sectores con alto consumo de agua es el de los lavaderos de autos, donde la falta de medidas adecuadas para el tratamiento y reutilización del agua genera un impacto ambiental significativo (Naciones Unidas, 2023). En ciudades como Bogotá, la problemática se agrava debido a la alta demanda de estos servicios y al escaso uso de tecnologías sostenibles que permitan optimizar el recurso hídrico.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo desarrollar una propuesta estratégica para la implementación de sistemas de tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos registrados en la Secretaría de Ambiente de Bogotá. Para ello, se analizarán las prácticas actuales de gestión del agua en estos establecimientos, se revisarán normativas vigentes y se explorarán soluciones innovadoras aplicadas en otras regiones. Con este estudio, se espera contribuir a la reducción del consumo de agua potable en el sector y fomentar la adopción de modelos de gestión sostenible, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las políticas ambientales locales (Banco Mundial, 2021).

El documento se estructura en seis capítulos.

Capítulo 1: Planteamiento del problema. En este apartado se presenta la descripción detallada de la problemática, incluyendo el contexto en el que se desarrolla la investigación

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

y la justificación de su importancia. Además, se formula la pregunta de investigación y se establecen los objetivos generales y específicos que guiarán el estudio.

Capítulo 2: Marco de referencia. Se incluyen los antecedentes relevantes sobre la gestión del agua en lavaderos de autos, así como estudios previos y casos de éxito en la implementación de sistemas de reutilización. Asimismo, se desarrolla el marco teórico, donde se abordan conceptos clave como la sostenibilidad hídrica, los tratamientos de aguas residuales y la economía circular en la gestión del agua. Finalmente, se presenta el marco normativo, en el que se analizan las regulaciones ambientales nacionales e internacionales aplicables al sector.

Capítulo 3: Metodología. En este capítulo se describe el enfoque metodológico de la investigación, detallando el tipo de estudio, la población y muestra seleccionada, así como las técnicas de recolección y análisis de datos utilizadas. También se incluyen los criterios de selección de los participantes y la justificación del diseño metodológico elegido.

Capítulo 4: Hipótesis. En este capítulo se presentan las hipótesis formuladas para la investigación, Además, se detallan las variables dependientes e independientes que permitirán analizar el impacto de dichas estrategias en el sector.

Capítulo 5: Resultados. Se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis de datos, incluyendo la caracterización del consumo de agua en los lavaderos de autos evaluados, la identificación de barreras para la implementación de sistemas de reutilización y las percepciones de los actores involucrados. Además, se muestran comparaciones con otros estudios realizados donde se resaltan las concordancias y discrepancias.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Capítulo 6: Conclusiones. En este apartado se sintetizan los resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación y se contrastan con la revisión literaria realizada, discutiendo su impacto en el sector de lavaderos de autos y formulando nuevas líneas de investigación para futuras intervenciones.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

El agua es uno de los recursos más valiosos y esenciales para la vida en el planeta, pero enfrenta graves amenazas debido al uso indiscriminado y la contaminación asociada con actividades industriales y urbanas (Naciones Unidas, 2023). Según informes de la ONU, cerca del 80% de las aguas residuales generadas en todo el mundo se vierten al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento, lo que agrava la crisis hídrica global y pone en peligro los ecosistemas acuáticos y la salud humana (ONU Agua, 2020). Este problema es especialmente relevante en sectores como el lavado de automóviles, donde el consumo intensivo de agua y la generación de aguas residuales con contaminantes químicos representan un desafío ambiental significativo (Barlow, 2019).

En el contexto de América Latina, la contaminación hídrica es un problema prioritario, ya que la región aporta el 31% de los recursos de agua dulce del mundo, pero enfrenta problemas relacionados con la gestión deficiente de las aguas residuales (Banco Mundial, 2021). En Colombia, el 70% de las aguas residuales generadas por actividades industriales y urbanas no reciben tratamiento adecuado antes de ser vertidas en cuerpos de agua superficiales, lo que contribuye a la degradación de los recursos hídricos del país (EAAB, 2020). Este problema está directamente relacionado con el incumplimiento de normativas y la falta de tecnologías sostenibles para el manejo y tratamiento del agua residual, especialmente en sectores como el lavado de autos.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

En Bogotá, una ciudad que consume alrededor de 1.3 millones de metros cúbicos de agua por día, el problema de la contaminación hídrica es alarmante. Se estima que el 20% de este consumo corresponde al sector de lavaderos de autos, donde la mayoría de las aguas residuales son vertidas en el sistema de alcantarillado o en cuerpos de agua como el río Bogotá, sin pasar por procesos adecuados de tratamiento (Secretaría de Ambiente, 2020). Estas aguas contienen contaminantes como grasas, aceites, detergentes químicos y sólidos suspendidos, que alteran la calidad del agua, afectan la flora y fauna acuática, y representan un riesgo para la salud humana. (Llanes Cedeño, 2021)

Aunque existen normativas que exigen la implementación de tratamientos para las aguas residuales, como el Decreto 631 de 2015 y la Resolución 9357 de 2009, su aplicación en el sector de lavaderos de autos es limitada. Adicionalmente, muchos establecimientos no cuentan con las capacidades técnicas ni económicas para implementar soluciones sostenibles, lo que incrementa la contaminación y dificulta el cumplimiento normativo (Ambiental, 2019).

Dado este panorama, surge la necesidad de identificar, analizar y promover tecnologías y estrategias de tratamiento y reutilización de aguas residuales que sean viables para el sector de lavaderos de autos en Bogotá. Este proyecto de investigación busca abordar esta problemática, evaluando las prácticas actuales y proponiendo soluciones sostenibles que contribuyan a la conservación de los recursos hídricos y al cumplimiento de las normativas vigentes.

1.2 La pregunta de investigación

¿Como una propuesta con estrategias para la implementación de tratamientos puede mejorar la reutilización del agua en los lavaderos de autos registrados en la secretaría de ambiente de la ciudad de Bogotá?

1.3 Los objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar una propuesta estratégica para la implementación de tratamientos que permitan mejorar la reutilización del agua en los lavaderos de autos registrados en la Secretaría de Ambiente de la ciudad de Bogotá, fomentando prácticas sostenibles y el cumplimiento de normativas ambientales.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las causas raíz y los factores contribuyentes a la problemática de la falta de reutilización del agua en los lavaderos de autos registrados en la Secretaría de Ambiente de Bogotá, considerando aspectos técnicos, económicos y normativos.
- Conocer el estado actual de las causas y factores identificados, evaluando las metodologías, estrategias y tratamientos implementados tanto en los lavaderos de Bogotá como en otros contextos nacionales e internacionales, para establecer referentes de buenas prácticas.
- Elaborar recomendaciones estratégicas para la implementación de tratamientos y técnicas de reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá, orientadas a

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

mejorar la sostenibilidad hídrica, cumplir con las normativas vigentes y reducir el impacto ambiental.

1.4 Justificación de la investigación

La gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos es un desafío global crítico, especialmente en contextos urbanos e industriales donde el agua es utilizada intensivamente y las aguas residuales son generadas sin tratamiento adecuado. En este contexto, la presente investigación sobre el tratamiento y reutilización de aguas residuales en los lavaderos de autos en Bogotá es relevante no solo por su aporte al cuidado del agua como recurso vital, sino también por su potencial para generar soluciones sostenibles en un sector de alto consumo hídrico.

1.4.1 Importancia de la Investigación

Desde un enfoque académico, este proyecto contribuye a la generación de conocimiento en torno a las tecnologías de tratamiento y reutilización del agua aplicables a un sector urbano clave. Si bien existen estudios previos sobre tratamientos de aguas residuales, estos generalmente se enfocan en contextos industriales de mayor escala (Llanes Cedeño, 2021). Este proyecto se centra en los lavaderos de autos, un sector que, aunque aparentemente pequeño, tiene un impacto significativo al representar el 20% del consumo hídrico diario de Bogotá, equivalente a 260,000 metros cúbicos (Secretaría de Ambiente, 2020). Asimismo, esta investigación permitirá explorar la implementación de tecnologías que mejoren la calidad del agua tratada y reduzcan el impacto ambiental. Esto también

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

puede fomentar la competitividad y la diferenciación de los lavaderos de autos que adoptan estas prácticas (DeVils, 2023).

Ahora bien, desde el punto de vista social, la investigación fomenta prácticas responsables en la gestión del agua, promoviendo la sostenibilidad ambiental y la salud pública. La contaminación de aguas residuales no tratadas es una de las principales causas de enfermedades transmitidas por agua, afectando especialmente a comunidades vulnerables (Barlow, 2019). Al identificar y proponer alternativas para tratar y reutilizar estas aguas, se busca reducir estos riesgos y crear conciencia sobre la importancia del uso sostenible del recurso hídrico.

1.4.2 Viabilidad técnica de la Investigación

El proyecto es viable técnicamente hablando, dado que se enfoca en un sector definido con acceso a información confiable. Los datos sobre los lavaderos registrados por la Secretaría de Ambiente de Bogotá y las tecnologías disponibles permiten realizar un análisis riguroso y contextualizado. Además, el uso de encuestas y análisis descriptivos es una metodología accesible y adecuada para recopilar información sobre las prácticas actuales y las percepciones de los actores involucrados.

1.4.3 Limitaciones del estudio

Entre las posibles limitaciones de este estudio se encuentra la disponibilidad de información detallada por parte de los lavaderos de autos, así como la disposición de los mismos para implementar cambios significativos en sus procesos. Asimismo, las

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

restricciones presupuestarias y de tiempo podrían limitar la exploración de tecnologías más avanzadas. No obstante, estas limitaciones no afectan el alcance general del proyecto, ya que el enfoque está en generar propuestas aplicables y ajustadas a la realidad del sector.

En conclusión, este proyecto busca responder a una necesidad urgente en la ciudad de Bogotá y generar propuestas que puedan ser replicables en otras regiones con problemáticas similares. La investigación no solo apunta a identificar soluciones técnicas, sino también a fortalecer la cultura de sostenibilidad ambiental, fomentando el compromiso social y empresarial con el cuidado del recurso hídrico.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco de Antecedentes

El marco de antecedentes se centra en trabajos previos, informes, y estudios relacionados con el tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos o sectores similares. Para esta revisión, se utilizó una ecuación de búsqueda que incluyó términos como "tratamiento de aguas residuales", "reutilización del agua" y "lavaderos de autos" en bases de datos Google Scholar, considerando publicaciones de los últimos siete años.

Ecuación de búsqueda: "Water reuse" AND "car wash" AND "wastewater treatment" AND "sustainability"

Diseño y análisis de un sistema de recuperación de aguas residuales de lavado de autos: Diego José Plata (2020) en su trabajo de grado como ingeniero civil con título “Diseño Y Análisis De Un Sistema De Recuperación De Aguas Residuales De Lavado De Autos” realiza un estudio donde pretende diseñar y evaluar un sistema de recuperación de aguas residuales producto del lavado de vehículos basado en tecnologías coagulación-floculación, filtros de carbón activado y ozonificadores a escala de banco o laboratorio, con una fase inicial in situ la cual pasa por una trampa de grasa como fase inicial, a través del análisis del agua que resulta de los ensayos y pruebas se obtendrán parámetros y características químicas y físicas del agua y avanzar hasta conseguir los resultados esperados, estos se pretenden alcanzar a través de dos objetivos específicos que son: Determinar la eficiencia en la remoción de contaminantes producidos en un proceso de lavado de un sistema que incluya una trampa de grasa, un ozonificador y un filtro de carbón activado e identificar los posibles beneficios, limitaciones y aplicabilidad del sistema propuesto (COSTA, 2020).

Tratamiento de aguas para lavado automotor, para la empresa Translogam

S.A.S. tratamiento de aguas para reutilizar el agua que se utiliza en los lavaderos de automóviles. Se realizó un trabajo de campo con la finalidad de conocer la situación actual de los procesos de lavado en la ciudad de Girardot, de igual forma dicho trabajo de campo contribuyó a la parametrización de aspectos claves en el diseño de la planta como lo es el caudal de lavado y la cantidad de agua a tratar. Se plantearon alternativas de diseño encaminadas a un correcto tratamiento del agua, para luego ejecutar un diseño detallado de los procesos que componen el tratamiento del agua. El diseño de ingeniería incluye la selección de componentes comerciales, los correspondientes cálculos analíticos de estructuras como el sedimentador y los cálculos hidráulicos de pérdidas en tuberías, accesorios y potencia de bombas necesarias en el sistema de tratamiento. Los sistemas que componen la planta fueron modelados en el software Solid Edge y para verificar los cálculos analíticos se utilizó el software de elementos finitos NX 9.0 Por último, se realizaron los manuales para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos que componen la planta. (S.J, 2021)

Estudio de factibilidad para el desarrollo de un sistema de aprovechamiento de aguas grises en lavaderos de carros en Colombia

La expresión “aguas grises” designa a aquel tipo de agua que se halla contaminada por sustancias provenientes del ámbito doméstico, industrial, agua de lluvia y o infiltración de agua en los terrenos. Como consecuencia de la amenaza concreta que suponen para el medio ambiente y para la salud de los seres vivos, las aguas grises demandan especiales sistemas de tratamiento para liberarlas justamente de estas sustancias altamente contaminantes. Este tipo de aguas deben ser cuidadosamente tratadas para proteger tanto la salud pública como el medio natural. Para lograr esto, en primer lugar, se debe conocer a

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

ciencia cierta su composición, fase que se denomina caracterización del agua. A través de esta, conoceremos los elementos físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, y así, en función de esta información, se podrá diseñar una planta de tratamiento adecuada, cuyo objetivo final es que el agua que se usa en los lavaderos de carros sea tratada, reutilizada, y que finalmente regrese al medio ambiente de manera depurada y libre de todo agente contaminante. También se tendrá en cuenta el tipo de contaminación que exista en el agua, enfocándonos en la materia en suspensión, para la cual el tratamiento de agua se realizará por medio de sedimentación y filtración. Así pues, el presente proyecto busca optimizar el proceso de tratamiento de aguas grises producidas por los autolavados en Colombia, modificando los procesos de tratamiento de aguas para disminuir su carga contaminante, todo esto mediante el desarrollo, implementación y comercialización de un sistema de recuperación y aprovechamiento de aguas grises en dichos establecimientos. (Cohecha Parrado, 2021).

Manejo de recursos hídricos en lavaderos de buses intermunicipales en la ciudad de Bogotá: Diana Anaya, (2022) en su trabajo de especialización en educación de la Fundación Universitaria Los Libertadores busca diseñar una propuesta para el manejo adecuado de los recursos hídricos en lavaderos de buses intermunicipales que beneficie directamente a los habitantes de la comunidad de salitre durante el año 2022, a través de este realizan una caracterización del consumo total de agua utilizada durante el lavado de los carros en determinado periodo e incluso la estrategia utilizada con los trabajadores, conductores y usuarios, este a su vez uso encuestas cerradas para analizar la percepción y opinión de los usuarios frente a la problemática del manejo adecuado de recursos hídricos.

En el proceso como primera medida realizaron el reconocimiento del proceso de lavado de carros, este se realizó exactamente por dos semanas; como segunda medida se

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

determinó el consumo de agua durante cada lavado, analizando el recibo generado en el mes y alcantarillado; como tercera medida se implementa la propuesta ambiental a través de talleres de charla creativa que incluye a los que se involucran en el proceso de lavado (Rodríguez, 2022).

Diseño de un Sistema de Tratamiento de Agua Residual Para el Cars Wash La Roca.

Este trabajo tuvo como objetivo principal el diseño de un sistema de tratamiento de agua residual para el Car Wash La Roca ubicado en la carrera 41 #2B -57 barrio la Roca en el municipio de Valledupar, con el propósito de disminuir los impactos ambientales derivados del desarrollo de sus funciones como lavadero de vehículos automotores. Para el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo ciertas actividades: Primeramente, se recolectó la información necesaria y fidedigna con motivo de conocer el contexto de las aguas residuales que son vertidas por autolavados del municipio y también por el Car Wash al sistema de alcantarillado. Mismamente para la continuidad del proyecto se documentó el sistema de tratamiento actual que utiliza el autolavado, seguidamente se caracterizó fisicoquímicamente el agua derivada de las actividades de lavado autos a través de una toma de muestras de las aguas residuales y una prueba de laboratorio. Al comparar los resultados frente a los límites permisibles presentes en la resolución 0631 de 2015 se evidenció incumplimiento de los parámetros de DBO, DQO, grasas y aceites, ya que superaban los límites definidos en la normativa; por lo que se generó una propuesta de diseño acorde a las debilidades del STAR actual como una alternativa que pueda ayudar a reducir la carga contaminante. (Toledo, 2022).

Estudio de pre-factibilidad para la apertura de un servicio de lavado ecológico de autos en San Pedro Sula.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

La iniciativa busca analizar la viabilidad de introducir un método de limpieza ecológica para vehículos en San Pedro Sula, Honduras. Esta localidad enfrenta desafíos ecológicos relevantes, muchos de los cuales están vinculados a métodos de lavado de autos tradicionales. El enfoque propuesto aprovechará insumos biodegradables y procesos de lavado sin agua, buscando ser tanto económicamente viable como ecológicamente amigable. Es evidente que la actual contaminación de las fuentes hídricas en San Pedro Sula es influenciada por el lavado tradicional de vehículos que utiliza sustancias químicas perjudiciales y desecha líquidos sin el tratamiento adecuado. Estos hábitos han comprometido la pureza del agua, perturbado los ecosistemas acuáticos y generado preocupaciones en salud pública. La iniciativa considerará estos factores a través de un análisis detallado que contemplará aspectos como el mercado meta, los competidores, los recursos requeridos, las inversiones asociadas y las posibles ganancias. El propósito es no solo cubrir la demanda actual, sino adaptarse a las normativas ecológicas de la localidad. El objetivo central no es únicamente la viabilidad económica, sino también promover una huella ecológica positiva, incentivando métodos de limpieza vehicular sostenibles en San Pedro Sula. (Martínez, 2023).

Estudio de tratabilidad de aguas residuales de lavado de vehículos mediante una técnica física mejorada con floculante sostenible: El estudio de Fayed et al. (2023) aborda el tratamiento de las aguas residuales de los lavaderos de autos (CWW, por sus siglas en inglés), las cuales contienen contaminantes como aceites, grasas, detergentes y metales pesados que representan riesgos para la salud humana y el medio ambiente. El objetivo principal fue evaluar un sistema de tratamiento físico/químico mejorado, utilizando un tanque con placas deflectoras (baffle tank) seguido de un proceso de coagulación-floculación y sedimentación. Este artículo destaca la importancia de los

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

coagulantes naturales en la gestión sostenible de aguas residuales, ofreciendo una solución eficiente para reducir los contaminantes y fomentar la reutilización del agua en el sector de los lavaderos de autos.

Reutilización De Aguas Depuradas En La Industria Por Medio De Un Sistema De Recolección.

En la industria se genera un consumo hídrico excesivo, tanto en labores de limpieza como en procesos de producción específicos de cada industria. La contaminación, el desabastecimiento y el desperdicio son problemas que conllevan graves consecuencias ambientales, sociales y económicas. Por lo tanto, el propósito de este es brindar un panorama amplio sobre la reutilización de aguas residuales industriales desde una revisión bibliográfica sistemática que permita indagar en la información relevante sobre el tema, identificando métodos, ventajas y conceptos relacionados a esta alternativa que mitiga el impacto negativo del uso del agua en la industria. Para ello se sistematizó y sintetizó la información relevante y común de los documentos. La implementación de un sistema de reutilización de aguas residuales industriales es una alternativa valiosa y necesaria para mitigar el consumo industrial excesivo de agua y el impacto negativo del vertimiento de aguas residuales. (Pérez, 2023).

Modelo Prolab: Yaku Carwash, Una Propuesta de Lavado de Autos Enfocada en El Medio Ambiente Mediante la Reutilización Del Agua Como Factor Diferenciador.

Estudio de implementación de una empresa de lavado de autos, la cual llamaremos Yaku CarWash SAC, la cual tiene como misión brindar servicios de lavado de autos, ofreciendo el servicio de lavado básico, lavado/encerado y pulido. Los factores diferenciadores de este proyecto son que la empresa busca proyectar una imagen real de

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

cuidado al medio ambiente, mediante la reutilización del agua empleada en los servicios de lavado. Además, la empresa busca potenciar la experiencia del cliente que se atiende en este tipo de negocios, brindándole un lugar confortable y una experiencia “eco amigable”. Actualmente, existe un mercado amplio en el Perú, ya que cada 3 de 4 personas utiliza este tipo de servicios. Sin embargo, es preciso señalar que de los hogares limeños solo el 19% posee autos y este porcentaje está concentrado en los niveles socioeconómicos A y B (INEI, 2007), por lo que bajo estas premisas el proyecto pretende iniciar operaciones en el primer año con aproximadamente 82 mil servicios de lavado logrando una utilidad neta del 17%. Por lo que bajo estas consideraciones el proyecto concretará un VAN financiero de S/ 2,367,205 y una TIR de 41%, permitiendo a Yaku Car Wash ser un propuesta rentable y sostenible con el tiempo; además de concretar un VAN social de S/ 1,100,023 confirmando el impacto social de Yaku. (Valdeiglesias, 2023)

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Aguas residuales

Las aguas residuales son aquellas que después de diferentes procesos o usos, presentan alteraciones en su composición original, se puede decir que aguas residuales son aguas contaminadas, estas pueden variar según el proceso al que hayan sido sometidas y después de esto deben ser tratadas para su reúso o para su vertimiento en los canales de desagüe; las aguas residuales están compuestas por desechos orgánicos y sólidos como por ejemplo, restos de comida, materiales como arena, grasa y fibras de textiles. Además, es

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

importante mencionar que estas aguas pueden incluir contaminantes químicos y radiactivos (AGUA, 2024).

Existen 3 tipos de aguas residuales:

- Agua Residual Doméstica: Son aquellas aguas resultantes de los usos domésticos como el lavado de la ropa, cocinar, bañarse entre otros.
- Agua Residual Industrial: Son las resultantes de procesos industriales y dependiendo del proceso sus contaminantes y toxicidad pueden variar.
- Agua Residual Pluvial: Son las aguas que provienen de la lluvia y que al contacto con el suelo recoge contaminantes como basura, polvo, metales entre otros.

Teniendo en cuenta los tipos de aguas residuales, se identifica claramente el tipo de agua objeto de esta investigación ya que esta corresponde al agua resultante del proceso de lavado de autos que es un proceso industrial donde se usan productos químicos que alteran su composición (AGUA, 2024).

2.2.2 Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales es un proceso demasiado importante porque que previene la contaminación y permite el reúso de estas aguas, convirtiéndose así en una excelente alternativa para combatir los problemas de agua, es por esto que, en Colombia, por ley, las industrias que generen aguas residuales deben aplicar un proceso de tratamiento de estas aguas.

Este proceso surgió hacia finales del siglo XIX, sin embargo, no es sino hasta las últimas décadas que se ha visto un gran interés de los gobiernos por implementar normativas y leyes que contribuyan al correcto uso de este recurso.

Dentro de los procesos de tratamiento existentes, se puede detallar los siguientes:

Tratamientos físicos:

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Son aquellos tratamientos en los que se usa una separación física, generalmente de sólidos. Estos métodos suelen depender de las propiedades físicas de los contaminantes, como la viscosidad, tamaño de partículas, flotabilidad, etc. Entre ellos podemos encontrarnos el tamizado, la precipitación, separación y filtración de sólidos (De Jorge, 2020).

Tratamientos químicos:

Son aquellos métodos que dependen de las propiedades químicas del contaminante o reactivo incorporado al agua. Podemos mencionar la eliminación del hierro y del oxígeno, la eliminación de fosfatos y nitratos, la coagulación, los procesos electroquímicos, la oxidación, intercambio de iones, etc. (De Jorge, 2020).

Tratamientos Biológicos:

En estos métodos se utilizan procesos biológicos, de manera que se pretende eliminar los contaminantes coloidales. Son microorganismos que actúan sobre la materia en suspensión transformándola en sólidos sedimentables. Pueden ser procesos aeróbicos o anaeróbicos, como los lodos activos, los filtros percoladores, la biodigestión anaerobia o las lagunas aireadas (De Jorge, 2020).

Adicionalmente, en los procesos de tratamientos de agua existen unos pasos que siguen para eliminar los contaminantes del agua:

Pretratamiento: En ese paso se tiene como objetivo remover aquellas sustancias flotantes en el agua antes del tratamiento.

Tratamiento Primario: Como segundo paso encontramos que suelen usar procesos como la sedimentación, la precipitación o la oxidación química para remover residuos sólidos y material orgánico (De Jorge, 2020).

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Tratamiento secundario: Respecto a este proceso Rojas R. (2002), afirma que este proceso cumple con una reducción o conversión de la materia orgánica finamente dividida o disuelta que permite su separación y decantación.

Tratamiento terciario: Por último, en este paso se aplican procesos físicos y químicos complementarios a los pasos anteriores que permiten la eliminación de materiales que quedan después de aplicar los procesos mencionados anteriormente (De Jorge, 2020).

Ahora bien, si hablamos específicamente de del tratamiento de agua en los lavaderos de autos encontramos que se realizan los siguientes pasos para el tratamiento de agua:

- Desarenador.
- Separador de hidrocarburos.
- Arqueta de vertido.

Posteriormente, luego de depurar el agua sucia se realizan los siguientes pasos para que el agua pueda ser reusada:

- Depuradora biológica aerobia.
- Filtro de sílex-antracita.
- Desinfección.

2.2.3 Químicos usados en el proceso de tratamiento de aguas residuales

Dentro del proceso de tratamiento de aguas residuales se utilizan químicos cuyo propósito es ayudar en la purificación del agua para que esta pueda ser reusada o vertida en el medio ambiente. A Continuación, mencionamos algunos de los químicos usados en este proceso:

- Cloro: Es el químico más usado ya que permite la eliminación de bacterias.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

- Oxígeno y aire: Ayudan en la descomposición de contaminantes orgánicos que se encuentren en el agua a tratar.
- Aluminio y hierro: Su función principal, es permitir la eliminación de residuos sólidos.
- Cal: Neutraliza la acidez del agua.
- Dióxido de carbono: Es de gran ayuda ya que permite ajustar el PH del agua durante el tratamiento.
- Ozono: Este oxidante es usado para desinfectar el agua.

Si bien estos químicos son de gran ayuda en el tratamiento de aguas, se debe tener cuidado con su uso ya que puede llegar a afectar el medio ambiente y la salud no sólo de las personas sino de los animales (AGUA, 2024).

2.2.4 Beneficios del tratamiento de aguas residuales

Dentro de los beneficios de implementar el tratamiento de aguas residuales al ejercer la actividad de lavaderos de autos encontramos los siguientes que si bien, no solo les ayudan en materia económica a estos establecimientos, sino que adicional les evitan acarrear con multas y sanciones por el incumplimiento a las normas que pueden llevar al cierre definitivo.

Reducción de costos: Al tratar y reusar las aguas residuales se reducen los costos en la factura del agua (Marcombo, 2020).

Cumplimiento de regulaciones y normativas: Se cumplen con las normas establecidas para el tratamiento de aguas residuales y se evitan multas que generan pérdidas económicas (Marcombo, 2020).

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Amigable con el medio ambiente: Al tratar las aguas residuales no solo se protege al agua, sino que adicional esto repercute en diferentes aspectos del medio ambiente (Marcombo, 2020).

2.3 Marco normativo

En la tabla 1 se menciona la regulación internacional y nacional para el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 1
Regulaciones sobre el tratamiento de aguas residuales

REGULACIÓN INTERNACIONAL	
LEY/DECRETO/RESOLUCIÓN	SINTESIS
Documento BOE-A-2007-21092: Real Decreto 1620 de 2007(España)	Establece el régimen jurídico para la reutilización de las aguas depuradas (Gobierno de España, 2007).
Compendio Normas Ambientales Transversales (DGAAE): Resolución Jefatural No. 2242013ANA (Perú)	Establece los derechos de uso de agua Ley 29338 de 2009 Autorización de reúso de aguas residuales tratadas (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2013).
Diario Oficial: Ley 21075 de 2018 (Chile)	Regula la recolección, reutilización y disposición de aguas grises (Congreso Nacional de Chile, 2018).
REGULACIÓN NACIONAL	
LEY/DECRETO/RESOLUCIÓN	SINTESIS
Diario Oficial: Decreto 1541 de 1978	Reglamenta la concesión del uso del agua para procesos industriales y sin embargo no especifica el tratamiento que se debe dar al agua residual resultante de estos procesos (Congreso de la República de Colombia, 1978).
Diario Oficial: Decreto 1594 de 1984	Establece normas para el uso del agua y los residuos líquidos (Congreso de la República de Colombia, 1984).

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

REGULACIÓN INTERNACIONAL	
LEY/DECRETO/RESOLUCIÓN	SINTESIS
Diario Oficial: Ley 99 de 1993 (Fundamentos de la política ambiental colombiana).	Se crea el ministerio del medio ambiente y se asignan obligaciones a los municipios para el uso y reciclaje del agua (Congreso de la República de Colombia, 1993).
Diario Oficial: Ley 373 de 1997(Programa para el uso eficiente y ahorro del agua)	Esta es una normativa crucial para el uso eficiente y el ahorro del agua. Fue establecida con el objetivo de promover la conservación del agua a través de prácticas y tecnologías que minimicen su desperdicio (Congreso de la República de Colombia, 1978).
Congreso de la república, Ley 99 de 1993(Fundamentos de la política ambiental colombiana): Resolución 9357 de 2009	Se establece la norma técnica para el control y manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito (Congreso de la República de Colombia, 1993).
Diario Oficial: Decreto 3930 de 2010	Este decreto enfatiza principalmente en el uso del agua y el manejo de residuos líquidos, además establece parámetros para la utilización eficiente del agua, medidas para el control de la contaminación y lineamientos para el tratamiento y disposición adecuada de aguas residuales (Congreso de la República de Colombia, 2010).
Congreso de la república, Ley 99 de 1993(Fundamentos de la política ambiental colombiana): Resolución 1207 de 2014	Se obliga al sector industrial al reciclaje y reúso de las aguas residuales (Congreso de la República de Colombia, 1993).
Congreso de la república Ley 99 de 1993(Fundamentos de la política ambiental colombiana): Resolución 0631 de 2015	Establece los parámetros y valores límites máximos permitidos en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y los sistemas de alcantarillado (Congreso de la República de Colombia, 1993).
Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 (República de Colombia, 2015).

Nota. Fuente: El autor.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Para que los lavaderos de autos obtengan el permiso de la secretaría de ambiente, debe cumplir con lo dispuesto en las resoluciones 631 de 2015 y 3957 de 2009, respecto a cargas de contaminantes, registro de vertimiento y otros (Congreso de la República de Colombia, 1993).

Por último, el ministerio de ambiente establece que el no cumplimiento de la normatividad vigente por parte de los lavaderos de autos les generará sanciones las cuales se encuentran contempladas en la ley 1333 de 2009 (Ambiental, 2019).

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y alcance de la investigación

Este estudio se llevará a cabo mediante un enfoque cuantitativo, debido a que se aplicará una encuesta que permitirá una comprensión profunda de las prácticas actuales, percepciones y desafíos asociados con el tratamiento y la reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá. Este enfoque permitirá la exploración de las experiencias vividas y las opiniones de los usuarios y otros sujetos clave. Esta encuesta será aplicada en un único momento para obtener los datos requeridos para la investigación, por lo que se clasifica como una investigación transeccional o transversal de tipo exploratoria-descriptiva, ya que busca explorar y describir las características y variaciones en las prácticas de tratamiento de agua que existen actualmente, de tal forma que permitan obtener la información necesaria para dar respuesta al problema de investigación (Hernández Sampieri, 2018).

El alcance de esta investigación se limitará a la ciudad de Bogotá, específicamente a los usuarios de los lavaderos de autos que se encuentran registrados ante la secretaria de Ambiente. Se seleccionarán lavaderos en diversas localidades para entender cómo las variaciones sectoriales pueden influir en las prácticas de tratamiento de agua. (Hernández Sampieri, 2018).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Definición de la población

Teniendo en cuenta que, según información previamente investigada, en la ciudad de Bogotá operan trescientos lavaderos dentro de los cuales diecinueve se encuentran legalmente registrados en la cámara de comercio y con el debido permiso de la secretaria de ambiente para su operación (EAAB, 2020). Se toma como población objeto de este estudio el total de los lavaderos de la ciudad de Bogotá.

3.2.2 Cálculo y selección de la muestra

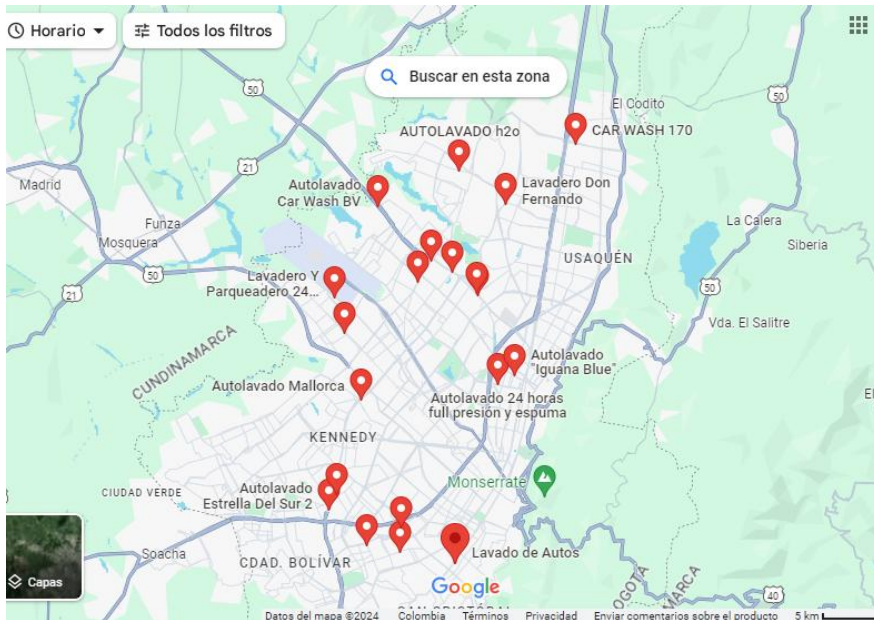
La muestra para este estudio fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, dado que el objetivo es obtener información específica de un grupo particular de personas relacionadas con los lavaderos de autos en Bogotá. Este método de selección permite centrar los esfuerzos en individuos que cumplan con los criterios establecidos y que estén disponibles para participar en el estudio (Piedra, 2021), en este caso específico, de los diecinueve lavaderos registrados en la ciudad de Bogotá, se tomarán ocho lavaderos seleccionados aleatoriamente y se aplicará la encuesta a siete usuarios del servicio por cada uno de estos, incluyendo la población cercana, para un total de cincuenta y siete encuestas.

En la figura 1 se presenta la ubicación de los 19 lavaderos de autos registrados en la secretaria de salud de Bogotá.

Figura 1

Mapa de Ubicación de los lavaderos de autos registrados

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá



Nota. Fuente: (maps, 2024)

Criterios de Inclusión

- Personas que utilizan regularmente los servicios de los lavaderos de autos en Bogotá.
- Personas mayores de 18 años que puedan proporcionar información válida y confiable.
- Participantes que aceptaron firmar el consentimiento informado antes de completar la encuesta.

Criterios de Exclusión

- Personas que no utilizan los servicios de lavaderos de autos, ya que no poseen información relevante para los objetivos del estudio.
- Participantes menores de 18 años, debido a consideraciones éticas y legales.
- Encuestas incompletas o con respuestas inconsistentes, ya que afectan la validez de los datos recolectados.
- Personas que no aceptaron participar o no firmaron el consentimiento informado.

3.3 Instrumento(s)

La información se recolectará mediante una encuesta validada de 10 preguntas, disponible en formato digital mediante Google Forms.

Objetivo: Establecer el tratamiento más adecuado para la reutilización del agua en los lavaderos de autos registrados en la secretaría de ambiente de la ciudad de Bogotá.

3.3.1 Estructura de la encuesta

La encuesta fue diseñada con la siguiente estructura que permite obtener los datos requeridos para el tema de investigación:

- Datos del Encuestado (edad)
- Experiencia y conocimiento básico en el lavado de automóviles
- Conocimiento y percepción sobre la gestión del agua
- Actitudes hacia la conservación del agua

Encuesta (instrumento de medición)

Ver anexo A

Encuesta_RevDR_validada

Link encuesta digital:

<https://forms.office.com/r/QG15Mb9SJ5?origin=lprLink>

3.3.2 Variables contempladas para la recolección de los datos

Para el diseño de la encuesta con la cual se recolectarán los datos se consideraron las siguientes variables:

- **Sociodemográficas:** Edad de los encuestados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).
- **Frecuencia de Uso:** Frecuencia con la que los usuarios utilizan servicios de lavaderos de autos, clasificada en opciones como "Diario", "Semanal", "Mensual", entre otras (Dongee, 2022).
- **Conocimiento y Percepción:** Conocimiento sobre las prácticas de tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos. Percepción sobre la importancia de conservar el agua en servicios de lavado de autos (Calixto, 2023).
- **Actitudes:** Disposición a pagar más por servicios que incluyen prácticas sostenibles y disposición a cambiar de lavadero si otro ofrece prácticas sostenibles (Barlow, 2019).
- **Preferencias de Información:** Canales preferidos para recibir información sobre gestión sostenible del agua, como redes sociales o carteles informativos (Devils, 2023).

3.3.3 Elementos requeridos para la recolección de los datos

A continuación, se describen los elementos clave para el proceso de recolección de datos:

- **Instrumento de Recolección:** Una encuesta validada de 10 preguntas, disponible en formato digital mediante Google Forms (Dongee, 2022).

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

- **Muestra:** Una muestra de 40 encuestados seleccionados mediante un muestreo por conveniencia, que incluye usuarios de los lavaderos registrados ante la Secretaría de Ambiente de Bogotá (Piedra, 2021).
- **Consentimiento Informado:** Antes de iniciar la encuesta, se solicita a los participantes su aprobación para responder, explicando que la información será utilizada exclusivamente con fines académicos y tratados de manera confidencial (Ley 1581, 2012).
- **Formato de Respuesta:** Respuestas categorizadas en escalas de frecuencia, selección múltiple y preguntas cerradas codificadas numéricamente para facilitar el análisis (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

3.3.4 Características de los datos que se recogerán con el instrumento seleccionado

Los datos que se recogerán a través de la encuesta tienen las siguientes características:

- **Categóricos y Cuantitativos:**

Los datos incluyen variables categóricas (como la frecuencia de uso de los lavaderos y la percepción sobre prácticas sostenibles) y cuantitativas (preguntas cerradas). Estas características permiten un análisis estadístico descriptivo y comparativo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

- **Perceptuales:**

Los datos recolectados se centran en percepciones y actitudes relacionadas con la conservación del agua y la disposición a pagar más por servicios sostenibles en los lavaderos de autos (Babbie, 2020).

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

- **Específicos al contexto:**

La encuesta está diseñada para recolectar información específica sobre la gestión del tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos registrados en Bogotá, proporcionando datos relevantes para el sector (Calixto, 2023).

- **Anónimos y Confidenciales:**

La recolección de datos sigue los principios de confidencialidad y anonimato establecidos en la Ley 1581 de 2012, garantizando que la información personal no sea identificada ni compartida fuera del ámbito académico (Ley 1581, 2012).

3.3.5 Validación del Instrumento

El instrumento de medición fue validado por la docente líder de la materia Investigación de proyectos Doris Amanda Rosero y por la funcionaria del Fondo Nacional de Ahorro, Lizeth Katherin Gómez García quienes avalaron dicho instrumento.

Validacion_encuesta_DR_27082024: Validación realizada por Doris Amanda Rosero

Validacion2_encuesta_DR_28082024: Validación realizada por Lizeth Katherin Gómez García

3.4 Descripción de procedimientos

3.4.1 Preparación del Instrumento de Medición

- **Encuesta:** La encuesta ya ha sido validada y está compuesta por 10 preguntas. Estas preguntas cubren datos del encuestado, su experiencia y conocimiento básico en el lavado de automóviles, conocimiento y percepción sobre la gestión del agua, y actitudes hacia la conservación del agua.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

- **Formato:** La encuesta será aplicada de manera digital, según las condiciones del entorno y la accesibilidad de los encuestados.

3.4.2 Entrenamiento del Personal

- **Personal:** La encuesta fue aplicada por los integrantes del equipo de investigación quienes están capacitados para explicar el propósito de la encuesta, garantizar la confidencialidad y obtener el consentimiento informado de los participantes.
- **Instrucciones:** Se proporcionaron instrucciones claras sobre cómo completar la encuesta.

3.4.3 Aplicación de la Encuesta

- **Método:** Se aplicó la encuesta en los lavaderos seleccionados, solicitando a los usuarios escanear un código QR que les permitirá acceder a GOOGLE FORMS donde se encuentra la encuesta. Los encuestadores estuvieron presentes en los lavaderos en horarios donde la afluencia de usuarios sea mayor para maximizar la tasa de respuesta.
- **Consentimiento Informado:** Antes de comenzar la encuesta, se informó sobre el consentimiento a los participantes, explicando que su participación es voluntaria y que la información será tratada de manera confidencial.

3.4.4 Recolección y Almacenamiento de Datos

- **Recolección:** Los datos de las encuestas completadas a través del formulario digital se almacenaron automáticamente en la plataforma.
- **Almacenamiento:** Los datos de la encuesta son resguardados de forma segura y solo los miembros del equipo de investigación tienen acceso a ellos.

3.4.5 Preparación de los datos obtenidos para el análisis

La preparación de los datos recolectados mediante la encuesta es un paso fundamental para garantizar la calidad y la validez del análisis posterior. En este proceso se realizaron los siguientes pasos:

- **Exportar los Datos:** Una vez realizadas las encuestas través de la herramienta (FORMS), los datos recopilados serán exportados a un archivo Excel para su limpieza y posterior cargue al programa definido para su codificación y análisis.
- **Limpieza de Datos:** Se revisarán los datos recopilados, realizando diferentes tablas dinámicas con el fin de identificar y corregir posibles errores de entrada, campos vacíos, eliminar espacios, registros duplicados, respuestas incompletas o inconsistencias; adicionalmente se aplicarán filtros para identificar valores atípicos o irrelevantes que pudieran distorsionar el análisis. Además, en esta etapa se organizarán las columnas y se eliminarán aquellas que no sean requeridas, adicionalmente en caso de ser necesario se modificará el nombre de alguna (s) columna (s) para un mayor entendimiento (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

- **Importación del archivo de datos:** El archivo que contiene los datos obtenidos de la encuesta será guardado en formato .CSV y será importado al programa de codificación y análisis de datos.
- **Codificación de los Datos:** La codificación de datos es esencial para transformar las respuestas de las encuestas en un formato estructurado que pueda analizarse con herramientas estadísticas. Para este proyecto, el proceso se realizará de la siguiente forma: Las respuestas de las preguntas cerradas se codificarán numéricamente para facilitar su análisis. Por ejemplo, en las preguntas de opción múltiple, cada respuesta será representada por un número específico. Este proceso asegura que los datos sean comprensibles y adecuados para el software de análisis (Babbie, 2020).

3.5 Análisis de información

Se realizará un análisis de estadística descriptiva, donde en el análisis se elaborarán figuras y tablas que permitirán entender la distribución de las respuestas en cada categoría, ejecutando las siguientes etapas:

- **Selección del Software de Análisis (Fase 1):**

Se utilizará el programa **JASP** como herramienta principal para realizar el análisis estadístico de los datos, dada su versatilidad para trabajar con variables categóricas y cuantitativas. Además, se empleará **Microsoft Excel** para la organización inicial de los datos y la creación de gráficos descriptivos.

- **Ejecución del Programa (Fase 2):**

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Una vez seleccionada la herramienta, se configurará el programa con la base de datos cargada, garantizando que las variables estén correctamente definidas y codificadas para el análisis (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

- **Revisión de la Matriz de Datos (Fase 3):**

Antes de proceder con los análisis, se revisará la matriz de datos en busca de errores, valores atípicos o datos faltantes. Este paso asegura la integridad de la información y minimiza la posibilidad de sesgos en los resultados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

- **Evaluación de la Fiabilidad y Validez (Fase 4):**

Se aplicarán pruebas estadísticas para evaluar la fiabilidad del instrumento utilizado en la encuesta (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

- **Exploración de los Datos (Fase 5):**

Se realizarán análisis descriptivos para resumir las características principales de los datos recolectados, como frecuencias, medias y desviaciones estándar. Además, se visualizarán los resultados utilizando tablas y gráficos para cada una de las variables.

- **Pruebas Estadísticas Inferenciales (Fase 6):**

Dentro del análisis también se utilizarán las siguientes medidas descriptivas:

Porcentajes: Se utilizará para entender la distribución de las respuestas en cada categoría.

Medidas de Tendencia Central: (Media, mediana, moda) se utilizarán para evaluar datos como la disposición a pagar por servicios que incluyen tratamiento y reutilización de agua.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Medidas de Dispersión: (Rango, varianza, desviación estándar) se utilizará para comprender la variabilidad en las respuestas.

Adicionalmente se realizarán análisis comparativos entre diferentes subgrupos de los encuestados para identificar tendencias sobre el tema de investigación (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Análisis Adicionales (Fase 7):

Si es necesario, se aplicarán análisis adicionales para profundizar en las tendencias o relaciones encontradas en las etapas previas.

Preparación de Resultados para la Presentación (Fase 8):

Finalmente, los resultados serán presentados en función de los objetivos específicos del estudio, destacando los hallazgos clave relacionados con la percepción y comportamiento de los usuarios respecto al tratamiento y reutilización del agua en lavaderos de autos. Se prestará especial atención a la claridad y precisión de las visualizaciones, alineándose con las normas de reporte de resultados en investigaciones cuantitativas (American Psychological Association [APA], 2020).

3.6 Consideraciones éticas

3.6.1 Análisis de consideraciones éticas

El instrumento de medición se realizó mediante una encuesta se realiza con el fin de obtener información sobre la gestión del tratamiento y reutilización del recurso hídrico en los lavaderos de automóviles de la ciudad de Bogotá. Según la Política de Recolección y Tratamiento de Datos Personales, la información suministrada en este espacio es de

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

carácter académico. la participación es completamente voluntaria y sus respuestas serán tratadas de manera confidencial (Ley 1581 de 2012, p. 2).

Los participantes de la encuesta están dando su consentimiento para que sus respuestas sean utilizadas exclusivamente con fines académicos. Los datos serán analizados de forma confidencial y no se identificará a los participantes individualmente ya que no se pide ningún dato personal como Nombres, documento, ubicación etc.

La participación es completamente voluntaria dando respuesta a preguntas generales sobre el tema de investigación según lo mencionado anteriormente.

3.6.2 Instrumentos de aceptación y autorización

En el “**Anexo A Encuesta**” se incluye un apartado inicial donde se solicita a los participantes su consentimiento informado para participar en el estudio. En este párrafo se detalla el propósito de la investigación, se garantiza la confidencialidad de la información proporcionada y se informa que los datos serán utilizados exclusivamente con fines académicos y de acuerdo con los principios éticos establecidos. Además, se aclara que la participación es completamente voluntaria, y se solicita a los encuestados su aceptación y autorización antes de proceder con el diligenciamiento del cuestionario.

4 HIPOTESIS

En este estudio, se han definido las variables con base en el objetivo principal de la investigación, garantizando que cada una se relacione directamente con la hipótesis formulada. La variable dependiente representa el fenómeno central que se busca explicar o predecir, mientras que las variables independientes son los factores que podrían influir o causar cambios en la variable dependiente. La selección de estas variables se fundamenta en la importancia que tienen en el contexto del problema investigado.

A continuación, se detalla cada una de las variables consideradas para el análisis:

4.1 Las variables

4.1.1 Variable(s) independiente(s)

- Reutilización del agua en los lavaderos de autos (Variable de resultado que se ve afectada por las estrategias de tratamiento implementadas).

4.1.2 Variable(s) dependiente(s)

- **Factores técnicos:** Tecnologías utilizadas para el tratamiento del agua residual.
- **Factores económicos:** Costos asociados a la implementación de sistemas de reutilización del agua.
- **Factores normativos:** Cumplimiento de regulaciones ambientales y normativas de la Secretaría de Ambiente.
- **Conciencia y disposición de los usuarios:** Nivel de conocimiento y aceptación de los clientes respecto a los lavaderos sostenibles.

4.2 Planteamiento de hipótesis

"La implementación de estrategias de tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos registrados en la Secretaría de Ambiente de Bogotá contribuirá a la reducción del consumo de agua potable y al cumplimiento de normativas ambientales vigentes."

5 RESULTADOS

5.1 Análisis de Datos de acuerdo con la encuesta realizada

Antes de iniciar con el análisis de los datos, es consecuente recordar que estos datos fueron obtenidos a través de una encuesta electrónica, realizada a cincuenta y siete (57) personas, las cuales a partir de sus conocimientos respondieron las siguientes preguntas:

1. ¿Aprueba usted el desarrollo de la encuesta de manera voluntaria?
2. Edad
3. Frecuencia con la que utiliza los servicios de un lavadero de automóviles:
4. ¿Cuál es el tipo de lavadero que utiliza con más frecuencia?
5. ¿Cuánto está dispuesto a pagar adicionalmente por servicios que incluyan tratamiento y reutilización del agua?
6. ¿Conoce si el lavadero que utiliza tiene prácticas de tratamiento o reutilización del agua?
7. ¿Cuáles de las siguientes prácticas considera importantes para la gestión del agua en los lavaderos de automóviles? (Puede marcar más de una opción)
8. ¿Qué tan importante es para usted la conservación del agua en los servicios que utiliza?
9. ¿Estaría dispuesto a cambiar de lavadero si supiera que uno de ellos implementa prácticas más sostenibles en el uso del agua?

10. ¿Por qué medio le gustaría recibir información sobre las prácticas de gestión del agua en los lavaderos de automóviles? (Puede marcar más de una opción)

Conforme a lo anterior, a continuación, se analiza cada una de las preguntas de acuerdo a la base de datos creadas en el Software Excel, y las tablas y diagramas realizados en el Software JASP y Excel.

Pregunta 1: ¿Aprueba usted el desarrollo de la encuesta de manera voluntaria?

De acuerdo a lo recolectado las cincuenta y siete (57) personas respondieron afirmativamente a esta pregunta. **100% afirmativas.**

Pregunta 2: Edad

En la siguiente tabla se relaciona los resultados estadísticos descriptivos obtenidos a través del Software JASP:

Tabla 2

Edad. Resultados estadísticos descriptivos

<i>Estadísticos Descriptivos</i>	
	Edad:
Válido	57
Ausente	0
Moda	29.000 ^a
Media	37.526
Asimetría	0.741
Error Típico de la Asimetría	0.316
Mínimo	18.000

Estadísticos Descriptivos

	Edad:
Máximo	64.000

^a **La moda se calcula asumiendo que las variables son discretas.**

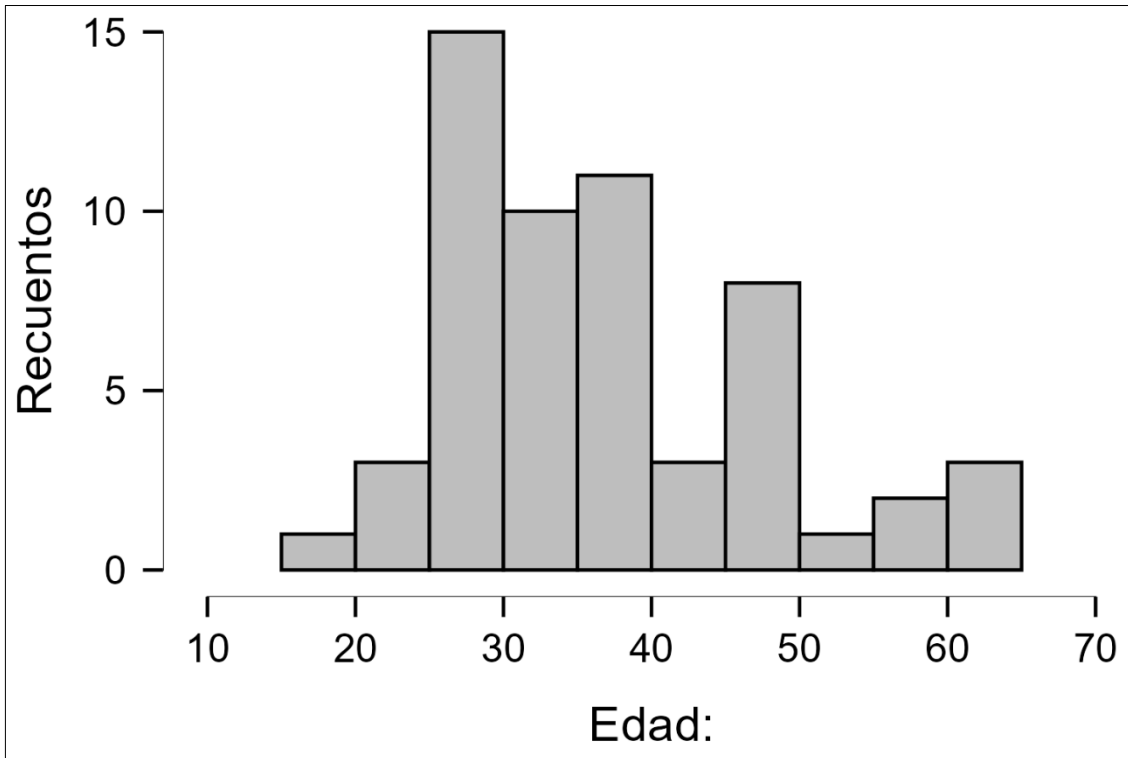
Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Se puede analizar lo siguiente:

- Todos los participantes de la encuesta respondieron la pregunta.
- El participante con la edad mínima tiene 18 años.
- El participante con la edad máxima tiene 64 años.
- Los participantes tienen una edad promedio de 37 años.
- Hay más participantes con edad de 29 años.

Figura 2

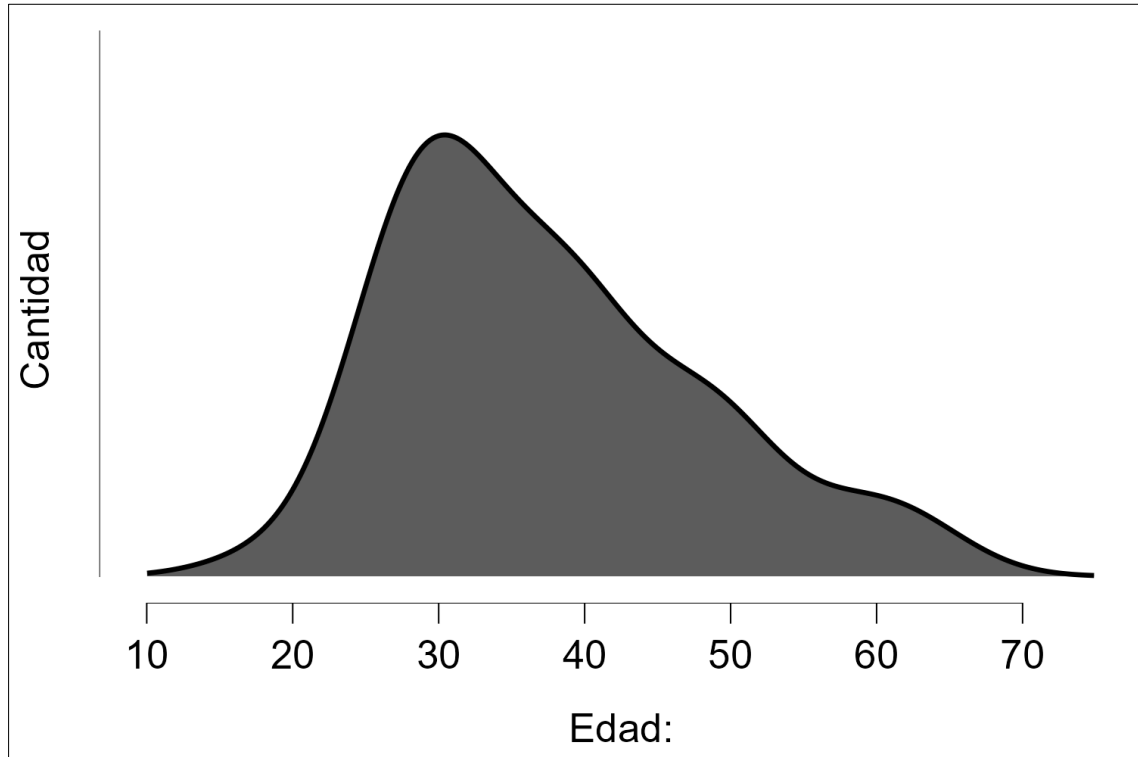
Edad



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Figura 3

Densidad de la variable edad



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

De acuerdo a los resultados de esta pregunta, podemos analizar que la encuesta fue encaminada a una diversidad de edades comprendidas entre los 18 a 64 años de edad, con el fin de poder contar y correlacionar los resultados obtenidos en cada pregunta formulada, de acuerdo al rango de edad. No obstante, dentro de la investigación se agrupo las edades obtenidas entre límites de años, los cuales quedaron establecidos así:

Edad temprana: Comprendida entre los 18 años a 26 años.

Edad adulta: Comprendida entre los 27 años a 40 años.

Edad madura: Comprendida entre los 41 años a 64 años.

Pregunta 3: Frecuencia con la que utiliza los servicios de un lavadero de automóviles

En la siguiente tabla se relaciona los resultados estadísticos descriptivos obtenidos a través del Software JASP:

Tabla 3

Frecuencia. Resultados estadísticos descriptivos

Estadísticos Descriptivos

	DATOS			
	No utiliza	Semanal	Mensual	Ocasionalmente
Válido	2	5	32	18
Ausente	0	0	0	0
Asimetría	a	a	a	a
Error Típico de la Asimetría				

^a Todos los valores son idénticos

Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

De acuerdo a lo anterior, se puede analizar los siguientes porcentajes:

- No utiliza 3,51%.
- Semanalmente 8,77%.
- Mensual 56,14%.
- Ocasionalmente 31,58%.

Dentro de esta pregunta, infieren cierto número de variables que pueden incidir en la respuesta del encuestado, estas variables aluden a las situaciones que se ve expuesta el vehículo, ya que los vehículos de trabajo tienen un margen de frecuencia diferente a un vehículo familiar. Razón por la cual, se precisó al momento de realizar la encuesta, que ésta está encaminada a vehículos en condiciones normales de transporte en ciudad (Familiares – Recorridos casa-trabajo, actividades de ocio y tiempo libre).

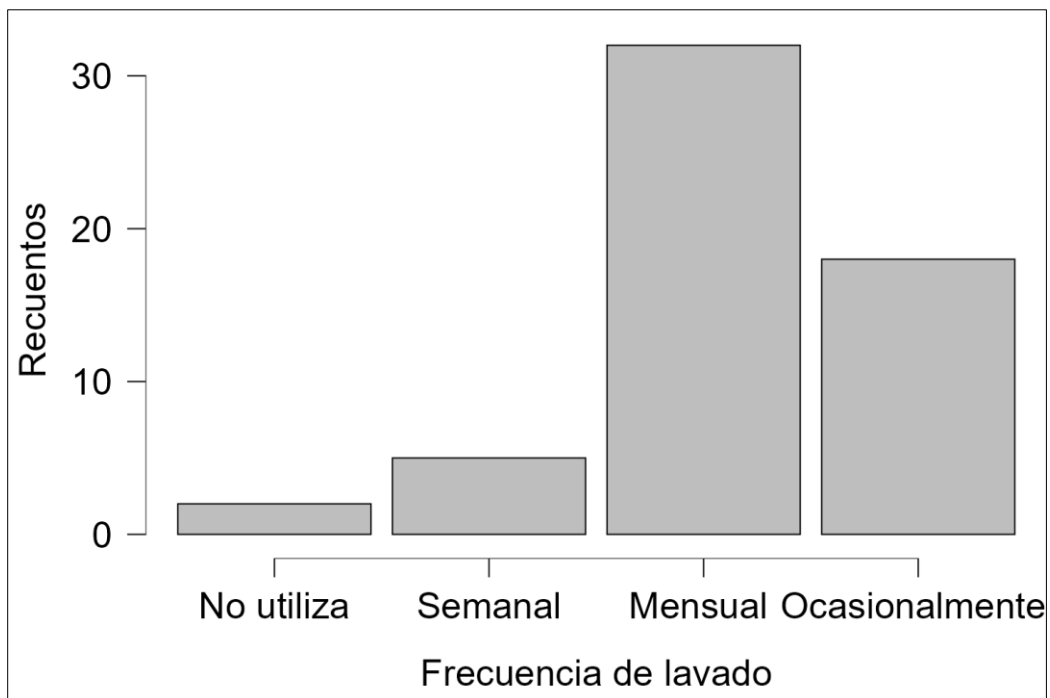
Una vez aclarado lo anterior, de la información recolectada se analiza que más del 64% de los encuestados utiliza el servicio de lavado mensualmente y tan solo el 3% no lo

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

utiliza, lo cual nos arroja altos márgenes de consumo de este servicio (Lavado de automóviles). Con este resultado, establecemos que esta información enriquece la investigación realizada, ya que nos permite conocer los puntos de vista de usuarios del servicio.

Figura 4

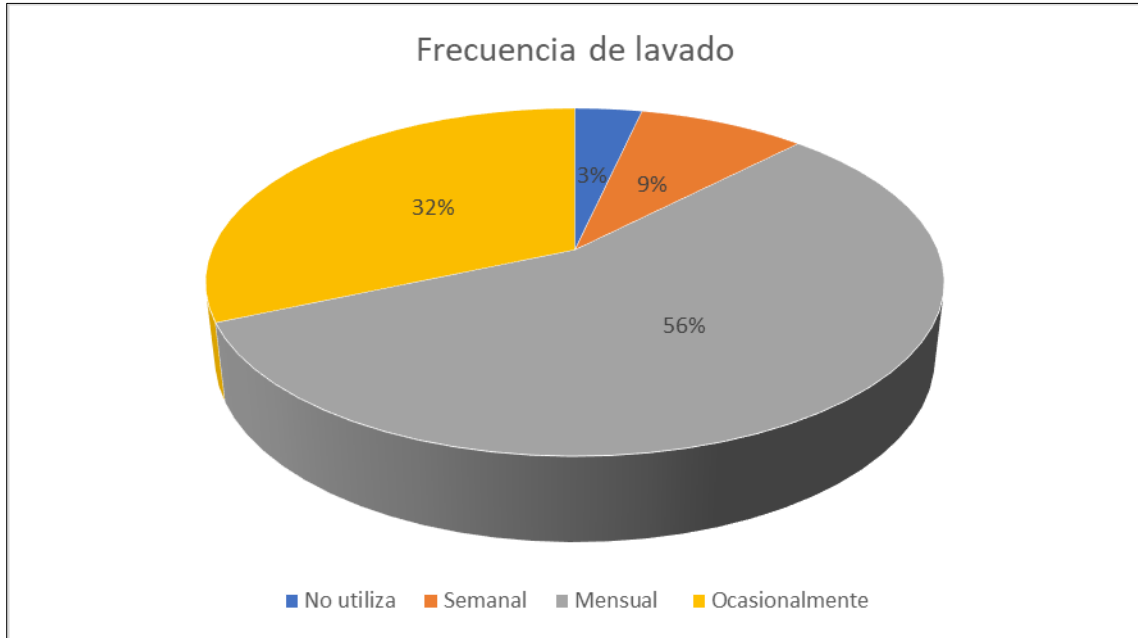
Frecuencia de utilización de servicio de lavadero de autos



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Figura 5

Frecuencia de utilización de lavado de autos expresado en porcentaje



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos

Pregunta 4: ¿Cuál es el tipo de lavadero que utiliza con más frecuencia?

En la siguiente tabla se relaciona los resultados estadísticos descriptivos obtenidos a través del Software JASP:

Tabla 4

Tipo de lavadero. Resultados estadísticos descriptivos

Estadísticos Descriptivos

	DATOS		
	Lavadero Automático	Lavadero manual	No utiliza
Válido	4	50	3
Ausente	0	0	0
Asimetría	a	a	a
Error Típico de la Asimetría			

^a Todos los valores son idénticos

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

De acuerdo a lo anterior, se puede analizar los siguientes porcentajes:

- Lavadero Automático 5%.
- Lavadora Manual 88%.
- No utiliza 5%.

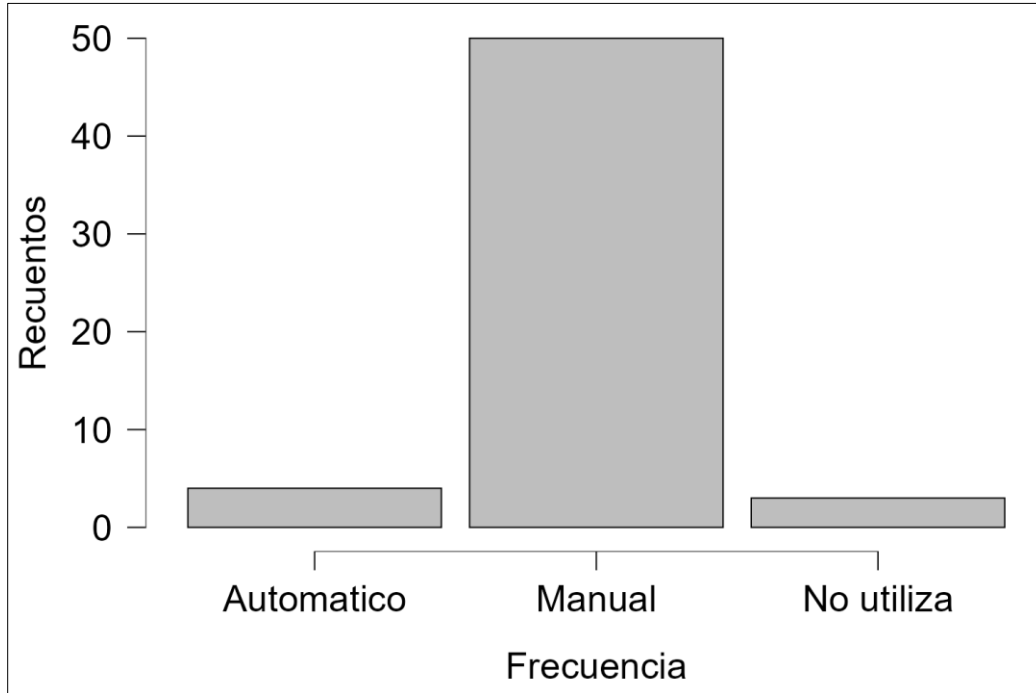
Se puede analizar que los lavaderos automatizados no son consumidos por la mayoría de las personas, no obstante, el lavadero tradicional (Lavadero Manual) mantienen un mayor porcentaje de consumo

De lo anterior, se puede analizar que estos resultados pueden variar de acuerdo a factores económicos y de oferta, ya que, por su naturaleza, los lavaderos automáticos tienden a ser reconocidos en el sector de los lavados, por ser más costosos que un lavado manual, así como no tener gran variedad de oferta dentro de la ciudad. Es preciso mencionar que la característica de los lavados manuales, es precisamente no hacer un servicio estándar al consumidor, si no personalizados de acuerdo a sus necesidades.

Es así como podemos analizar que los encuestados tienden a consumir servicio de lavado que sea económico, fácil de encontrar (Muy buena oferta) y personalizado.

Figura 6

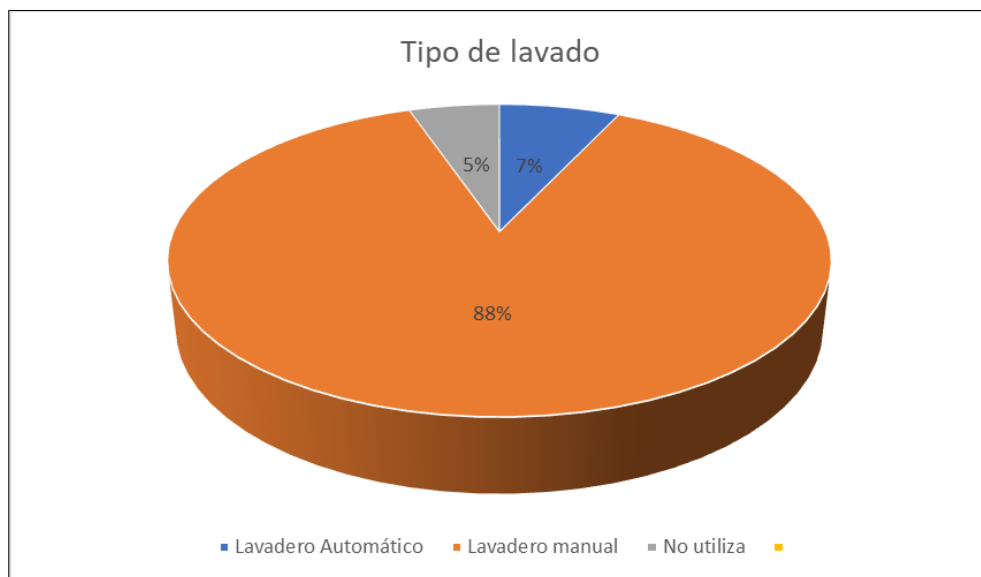
Cantidad de usuarios que utilizan los diferentes tipos de lavaderos



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Figura 7

Porcentaje de usuarios que utilizan los diferentes tipos de lavaderos



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos

Pregunta 5: ¿Cuánto está dispuesto a pagar adicionalmente por servicios que incluyan tratamiento y reutilización del agua?

En la siguiente tabla se relaciona los resultados estadísticos descriptivos obtenidos a través del Software JASP:

Tabla 5

Presupuesto. Resultados estadísticos descriptivos

Estadísticos Descriptivos

	DATOS			
	0	< \$10.000	\$10.000 a \$20.000	> \$20.000
Válido	6	14	28	9
Ausente	0	0	0	0

Nota. Se excluyeron del análisis 1 filas, que corresponden a los valores ausentes de la variable ¿Cuánto está dispuesto a pagar adicionalmente por servicios que incluyan tratamiento y reutilización del agua? de división

Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

De acuerdo a lo anterior, se puede analizar los siguientes porcentajes:

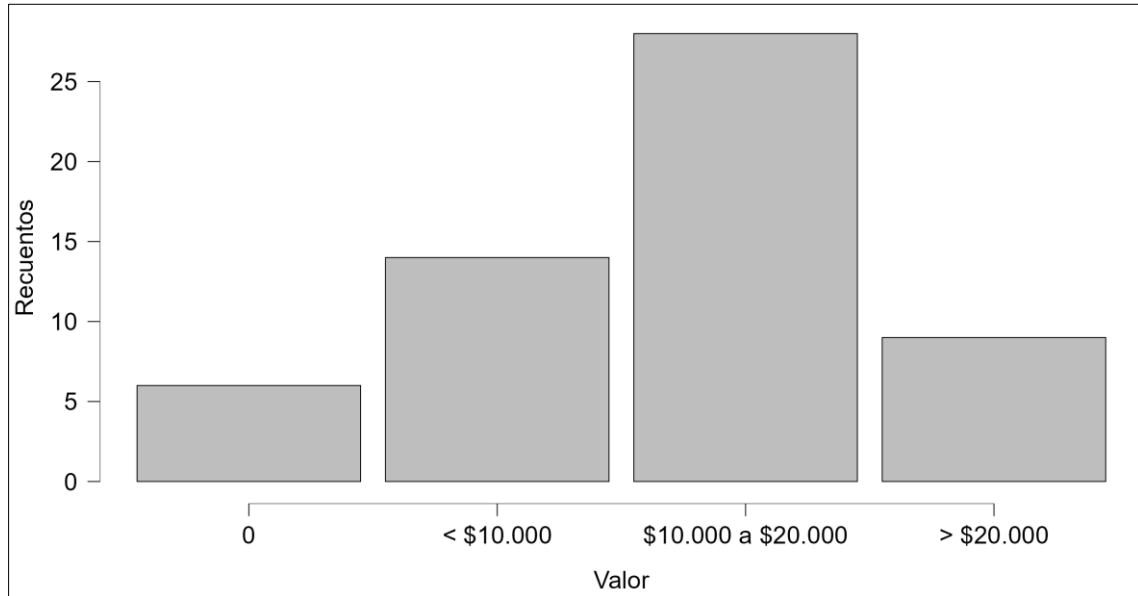
- Nada: 10,53%.
- < \$10.000: 24,56%
- \$10.000 a \$20.000: 49,12%
- > \$20.000: 15,79%

El análisis que se puede realizar con los resultados obtenidos, es que los encuestados no tienen conflicto, con un pago adicional para garantizar actividades de tratamiento de reutilización de agua; con esto se puede concluir que la media del valor que estaría dispuesto a pagar la gente por un servicio de lavado que reutilice el agua es de \$20.000, por lo cual podemos inferir que el costo de una lavada promedio no podría superar los \$25.0000.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Figura 8

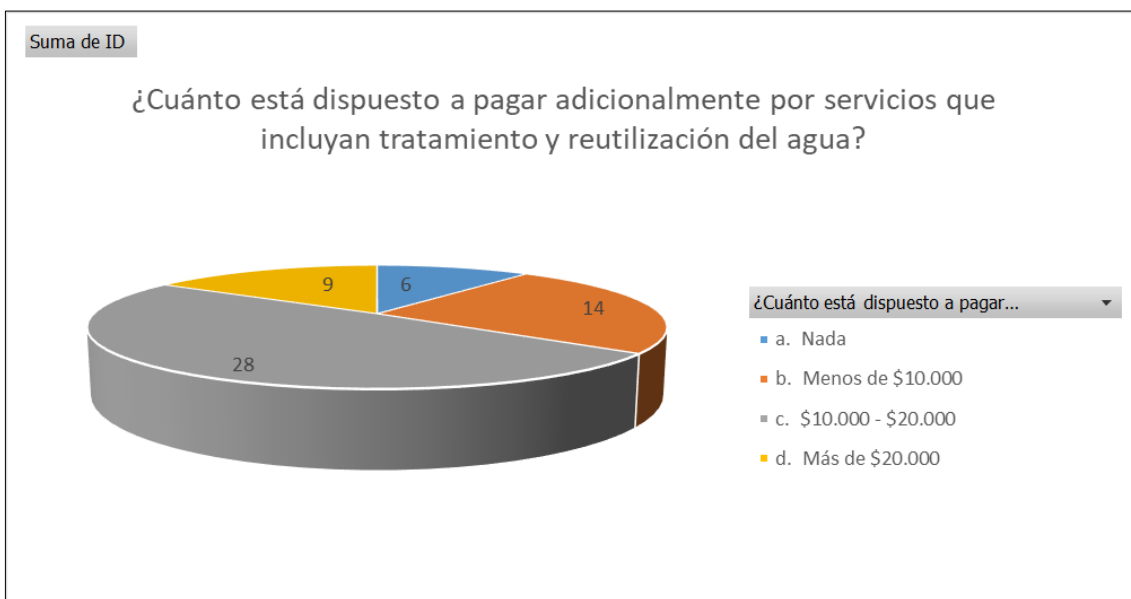
Distribución en cantidad por cada uno de los valores a pagar



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Figura 9

Distribución de usuarios por cada rango de pago



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

De acuerdo a lo antes ilustrado, se puede inferir que las personas en más de un 50%, están dispuestas a pagar un servicio adicional en un rango del \$10.000 a \$20.000, lo cual es considerablemente bueno para la implementación de nuevas alternativas.

Pregunta 6: ¿Conoce si el lavadero que utiliza tiene prácticas de tratamiento o reutilización del agua?

En la siguiente tabla se relaciona los resultados estadísticos descriptivos obtenidos a través del Software JASP:

Tabla 6

Prácticas de tratamiento de reutilización de agua

Estadísticos Descriptivos

	DATOS		
	Sí	No	No estoy seguro
Válido	18	24	15
Ausente	0	0	0

Nota. Se excluyeron del análisis 1 filas, que corresponden a los valores ausentes de la variable ¿Conoce si el lavadero que utiliza tiene prácticas de tratamiento o reutilización del agua? de división

Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

De acuerdo a lo anterior, se puede analizar los siguientes porcentajes:

- Sí: 34%.
- No: 33%.
- No estoy seguro: 33%.

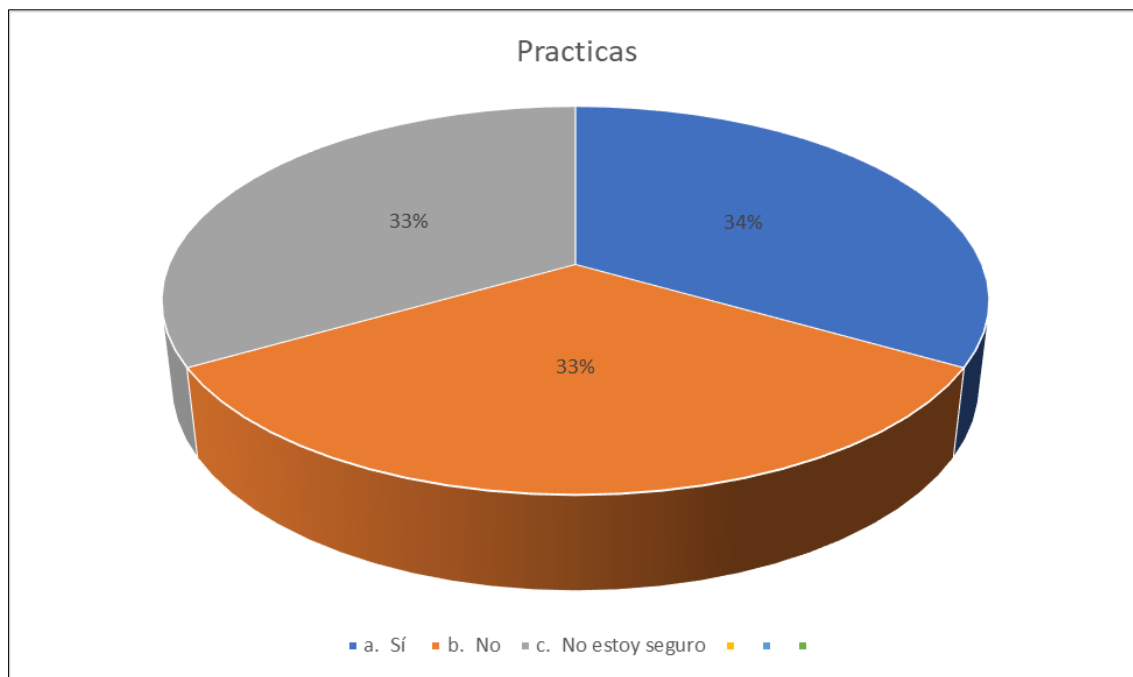
Es prudente analizar desde los resultados obtenidos, que hay posiciones divididas sobre el tema. No obstante, se puede analizar los datos con base a la edad de los encuestados, lo cual nos puede ilustrar de una mejor los patrones de la respuesta.

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Al analizar los datos evaluados en función de la edad podemos evidenciar que el desconocimiento (No -NO estoy seguro), se presenta en los rangos de edad (>30 años). Siendo así prudente mencionar que las edades jóvenes presentan mayor educación en los temas relacionados con el tratamiento del agua (reutilización).

Figura 10

Conocimiento de prácticas de tratamiento de aguas



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos

De acuerdo a lo antes mencionado, es prudente definir y analizar que hay cierta proporcionalidad en las tres variables consultadas a los encuestados, lo que podría definirse en un cierto cambio encaminado a la atención de las buenas prácticas.

Pregunta 7: ¿Cuáles de las siguientes prácticas considera importantes para la gestión del agua en los lavaderos de automóviles? (Puede marcar más de una opción)

Teniendo en cuenta que esta pregunta permitió considerar varias selecciones de respuesta, hace que se presenten múltiples respuestas. Teniendo en cuenta lo anterior, no fue analizada a través del Software JASP, debido a que la base de datos contemplaba veintiocho (28) tipos generadas.

Sin embargo, una forma de considerar el peso de cada una de las alternativas, fue cuantificar cada opción por separado:

Tabla 7

Porcentajes de prácticas considerables

CONCEPTO	N°	(%)
a. Uso de sistemas de reciclaje de agua	40	29%
b. Tratamiento de aguas residuales	27	20%
c. Uso de detergentes ecológicos	23	17%
d. Reducción del consumo de agua	27	20%
f. Sistemas de tratamiento por sedimentación y filtración	17	12%
e. No conoce de sistemas de tratamiento de agua.	4	3%

Fuente: Elaborado a partir de base de Datos

En concordancia de lo anterior, podemos interpretar desde la alternativa a. **Uso de sistemas de reciclaje de agua**, que el 70% de los encuestados considero importante el reciclaje del agua. Se sobreentiende que el fundamento de este porcentaje va encaminado a garantizar la calidad del servicio en función de proteger el medio ambiente.

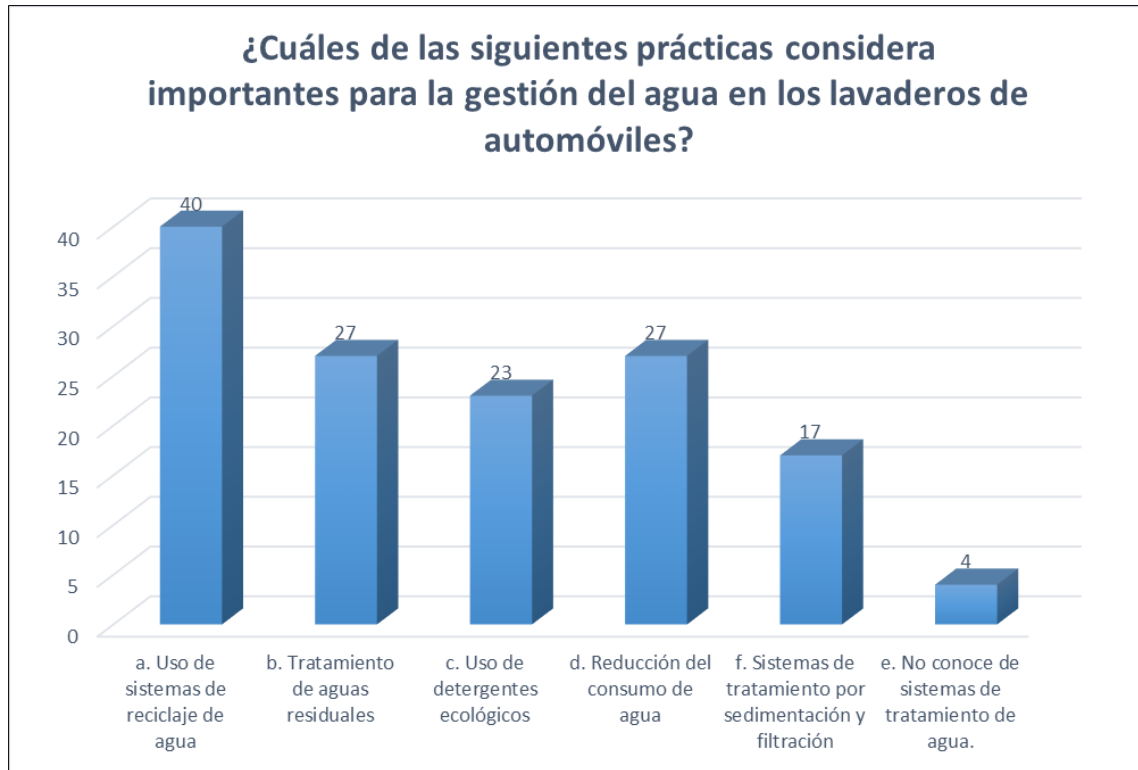
Adicionalmente, podemos analizar que a mayor complejidad del tipo de intervención (**Sistema de tratamiento por sedimentación y filtración – Uso de detergentes ecológicos**), los encuestados generaron menor interés, lo cual puede significar

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

que hay gran desconocimiento en el tema respecto a las diferentes alternativas que se puede emplear para las practicas de la gestión del agua.

Figura 11

Mejores prácticas para el tratamiento de aguas



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos

Es así como podemos concluir, que el estudio realizado busca implementar el cuidado del agua en los lavaderos de agua a través de sistemas más sostenibles, razón por la cual el enfoque está en las soluciones más prácticas; como lo es el uso de sistemas de reciclaje de agua lo que va a disminuir el consumo de agua, No obstante, es prudente gestionar o divulgar la información que existe respecto a las diferentes practicas del tratamiento del agua.

Figura 12

Mejores prácticas para el tratamiento de aguas expresado en porcentaje



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos

Pregunta 8: ¿Qué tan importante es para usted la conservación del agua en los servicios que utiliza?

En la siguiente tabla se relaciona los resultados estadísticos descriptivos obtenidos a través del Software JASP:

Tabla 8

Importancia de la conservación del agua

Estadísticos Descriptivos

	DATOS		
	Muy importante	Importante	Poco importante
Válido	46	10	1
Ausente	0	0	0

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Estadísticos Descriptivos

DATOS		
Muy importante	Importante	Poco importante

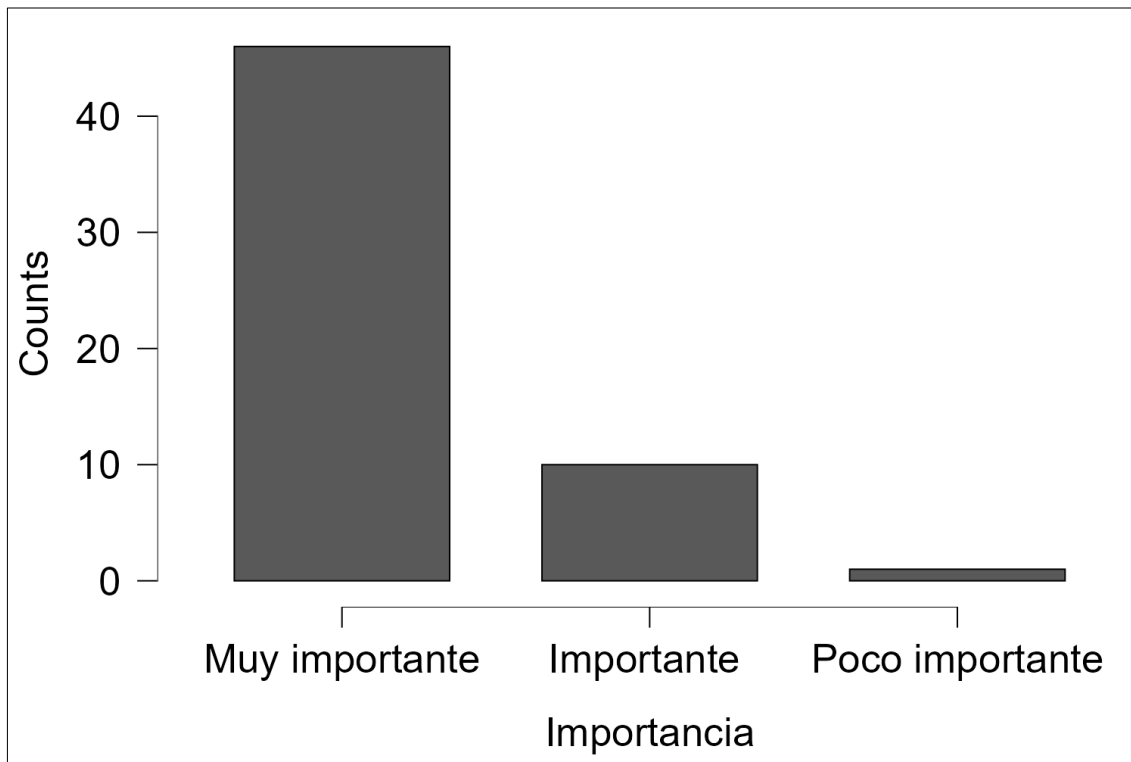
Nota. Se excluyeron del análisis 1 filas, que corresponden a los valores ausentes de la variable ¿Qué tan importante es para usted la conservación del agua en los servicios que utiliza? de división

Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Se evidencia que un 81% está de acuerdo en la conservación del agua, lo que arroja información importante para la implementación del proyecto.

Figura 13

Importancia de la conservación del agua



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

De acuerdo a los resultados, se puede analizar que la mayoría de la gente se preocupa por la escasez de agua que se vive en estos tiempos, ya que los cambios climáticos que atraviesa nuestro planeta son producto de las malas prácticas que se han

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

tenido tanto con el agua, así como con la destrucción de la naturaleza (Minera, deforestación, etc).

De estos resultados, parte el éxito de la importancia de realizar el tratamiento y reutilización de agua en los lavaderos de Bogotá, ya que nos permite validar el interés de los encuestados en cuidar el agua.

Figura 14

Importancia de la conservación del agua expresado en porcentaje



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Pregunta 9: ¿Estaría dispuesto a cambiar de lavadero si supiera que uno de ellos implementa prácticas más sostenibles en el uso del agua?

En la siguiente tabla se relaciona los resultados estadísticos descriptivos obtenidos a través del Software JASP:

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

Tabla 9

Aceptación de lavaderos que tengan implementado algún sistema de tratamiento de agua

Estadísticos Descriptivos

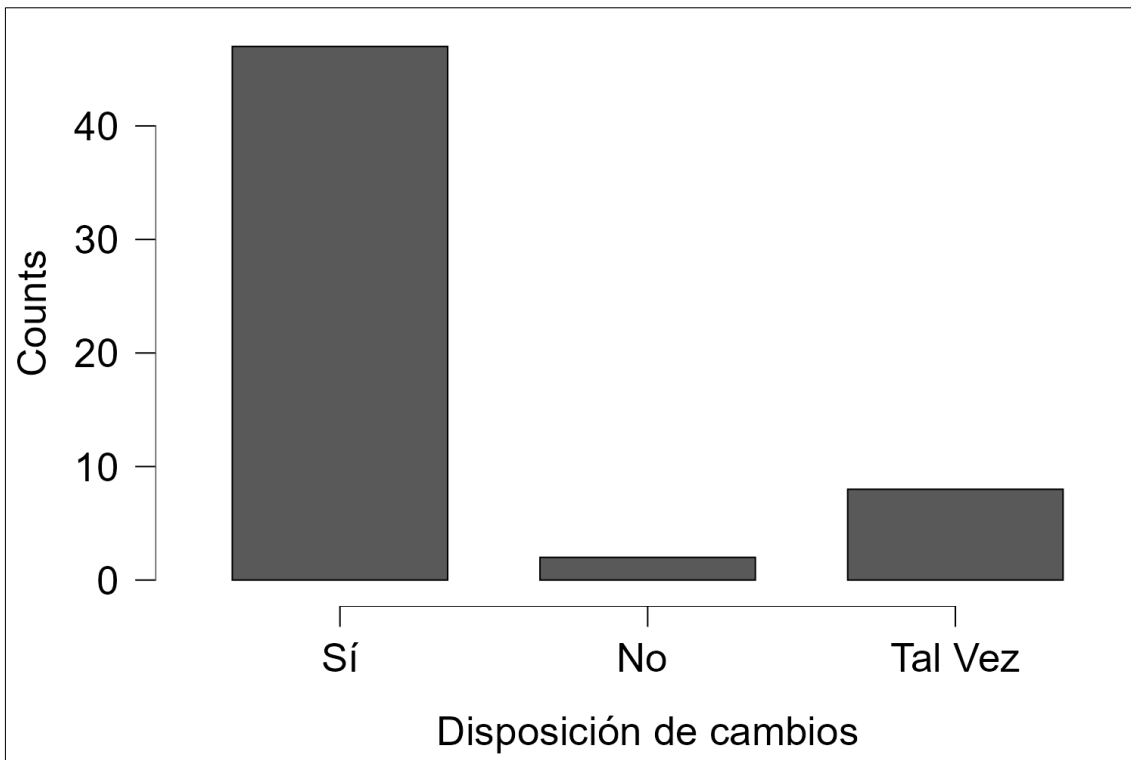
	DATOS		
	Sí	No	3
Válido	47	2	8
Ausente	0	0	0

Nota. Se excluyeron del análisis 1 filas, que corresponden a los valores ausentes de la variable ¿Estaría dispuesto a cambiar de lavadero si supiera que uno de ellos implementa prácticas más sostenibles en el uso del agua? de división

Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

Figura 15

Aceptación de lavaderos que tengan implementado algún sistema de tratamiento de agua



Fuente: Elaborado a partir de base de Datos creada por medio de JASP

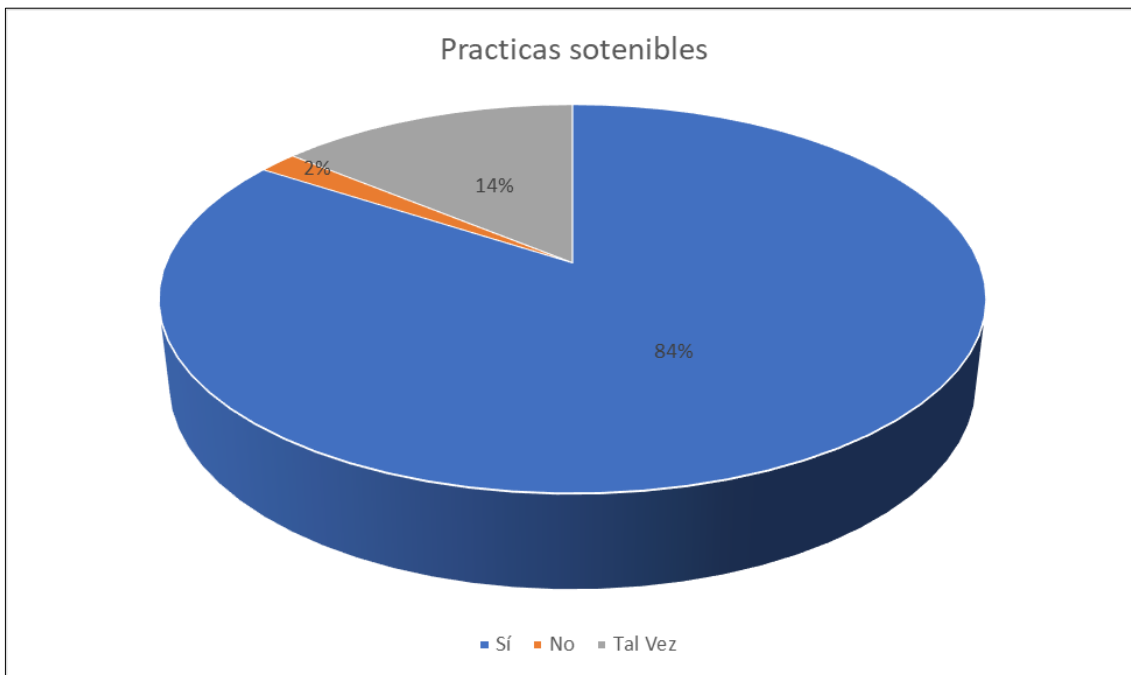
De acuerdo a lo anterior, se puede analizar los siguientes porcentajes:

Tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá

- Sí: 84%.
- No: 2%
- Tal Vez: 14%

Figura 16

Porcentaje de Aceptación de lavaderos que tengan implementado algún sistema de tratamiento de agua



Se evidencia que un 84% estaría de acuerdo a utilizar lavaderos que implementen practicas más sostenibles y cuidado del agua. La aceptación de los encuestados al cambio es favorable para la investigación, ya que nos permite una reducción del impacto ambiental, uso de diversidad de productos amigables con el planeta y educación y concientización.

Dentro de la naturaleza de las actividades de lavado de vehículos, no se evidencia a simple vista el daño que puede causar cuando estos lavaderos no emplean practicas sostenibles con el agua, sin embargo, el no tratamiento del agua mezclado con los productos de limpieza de los vehículos genera un desgaste significativo al medio ambiente.

Pregunta 10: ¿Por qué medio le gustaría recibir información sobre las prácticas de gestión del agua en los lavaderos de automóviles?

Teniendo en cuenta que esta pregunta permitió considerar varias selecciones de respuesta, hace que se presenten múltiples respuestas. Teniendo en cuenta lo anterior, no fue analizada a través del Software JASP, debido a que la base de datos contemplaba veintiocho (28) tipos generadas.

Sin embargo, una forma de considerar el peso de cada una de las alternativas, fue cuantificar cada opción por separado:

Tabla 10

Recepción de información sobre el tratamiento de aguas en los lavaderos de autos

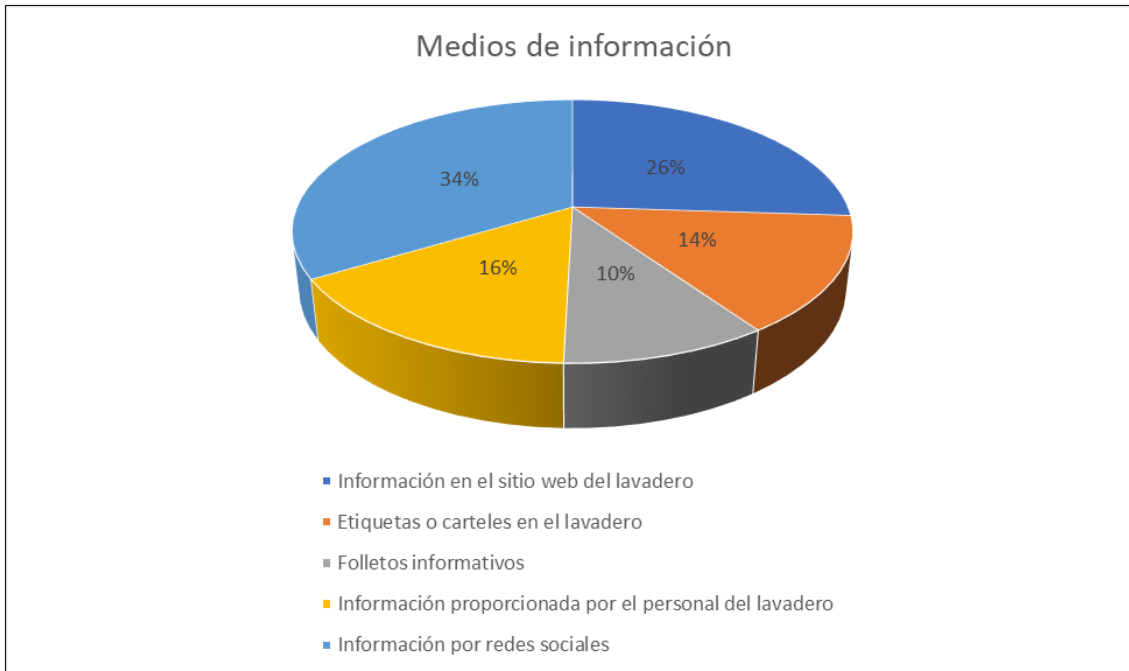
CONCEPTO	N°	(%)
Información en el sitio web del lavadero	31	26%
Etiquetas o carteles en el lavadero	17	14%
Folletos informativos	12	10%
Información proporcionada por el personal del lavadero	19	16%
Información por redes sociales	40	34%

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede analizar que los encuestados tienen a inclinarse por una alternativa digital, debido a sus características (Variedad de presentación-costo -accesibilidad) de poca complejidad en estos tiempos.

No obstante, el resultado obtenido en la alternativa de información sobre la entrega de material de información en físico (10%), nos confirma una vez más que los encuestados apoyan la sostenibilidad del medio ambiente, a través de alternativas vanguardistas que puedan combatir al máximo cada uno de los daños que se han generado al medio ambiente.

Figura 17

Recepción de información sobre el tratamiento de aguas en los lavaderos de autos



5.1.1 Análisis de resultados respecto a los objetivos

CAUSAS RAÍZ Y LOS FACTORES CONTRIBUYENTES A LA PROBLEMÁTICA DE LA FALTA DE REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN LOS LAVADEROS.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la recolección de información, se puede evidenciar lo siguiente, respecto a cada uno de los aspectos:

1. **TÉCNICO:** De acuerdo a los resultados obtenidos en la pregunta No. 6 *¿Conoce si el lavadero que utiliza tiene prácticas de tratamiento o reutilización del agua?*, se analiza que hay cierto índice de proporcionalidad en las respuestas seleccionadas, al encontrar el orden del 33% en cada una de las tres alternativas planteadas; ya que al considerar el porcentaje de incertidumbre respecto al desconocimiento de las prácticas de tratamiento de reutilización en los lavaderos (**Alternativa: No estoy Seguro**), indica que estamos atravesando por una sociedad que desconoce las practicas, pero que se preocupa por la conservación del agua, tal como se evidencia en la respuestas de la pregunta No. 8 **¿Qué tan importante es para usted la conservación del agua en los servicios que utiliza?** con el 98% de importancia.
2. **ECONÓMICOS:** El factor dinero, dentro de este análisis sorprende de una manera considerable, al encontrar dentro de las respuestas de la pregunta No.5 *¿Cuánto está dispuesto a pagar adicionalmente por servicios que incluyan tratamiento y reutilización del agua?*, porcentajes del orden del **49,12%** para pagos adiciones entre \$10.000 a \$20.000 y **15,79%** mayor a \$20.000; lo cual nos brinda un posible desarrollo de estas actividades sin dificultades económicas.

3. **NORMATIVOS:** Dentro del marco de este aspecto, se enfatizó las respuestas obtenidas de acuerdo a la pregunta No. 7 *¿Cuáles de las siguientes prácticas considera importantes para la gestión del agua en los lavaderos de automóviles?* El objetivo de esta pregunta, era analizar las respuestas del encuestado en función de verificar si marcaba las practicas que establece la norma (Sistemas de tratamiento por sedimentación y filtración), respecto a prácticas convencionales (Reducción del consumo de agua). Analizando los resultados, se pudo evidenciar que los encuestados tendieron a validar las respuestas encaminadas al cuidado del agua (**Uso de sistemas de reciclaje de agua - Tratamiento de aguas residuales - Reducción del consumo de agua**), sin dejar a un lado las múltiples prácticas que se consideraron.

Teniendo en cuenta el análisis realizado a los tres factores establecidos (Técnico, Económico y normativo) lo antes analizando, se puede establecer que los factores contribuyentes a la problemática de la falta de reutilización del agua en los lavaderos registrados, es la falta de implementación por parte de los lavaderos, así como la falta de información al consumidor, respecto a los beneficios que brinda estas prácticas a la conservación del agua.

ESTADO ACTUAL DE LAS CAUSAS Y FACTORES IDENTIFICADOS

Dentro de esta premisa, cobra relevancia las respuestas obtenidas en las preguntas No. 6 *¿Conoce si el lavadero que utiliza tiene prácticas de tratamiento o reutilización del agua?* y 7 *¿Cuáles de las siguientes prácticas considera importantes para la gestión del agua en los lavaderos de automóviles?* y No.9 *¿Estaría dispuesto a cambiar de lavadero si supiera que uno de ellos implementa prácticas más sostenibles en el uso del agua?* a partir de estas

preguntas, se analiza que la gente en la actualidad desconoce los tratamientos del agua en los lavaderos, no obstante, tiende a manifestar preocupación respecto al cuidado del agua.

Como ya se mencionó en el numeral anterior, el principal factor identificado es el desconocimiento de los consumidores respecto a estas prácticas, sin embargo se puede implementar como estrategia concisa y puntual, el fomentar conocimiento a partir de metodologías de información definidas por la gente, ya que en la Pregunta No. 10 (**¿Por qué medio le gustaría recibir información sobre las prácticas de gestión del agua en los lavaderos de automóviles?**), se idéntico gran participación de los encuestados en las múltiples opciones de respuesta, que involucra los medios de comunicación virtual. (Información en el sitio web del lavadero 26% - Información por redes sociales 34%).

5.2 Propuesta al sector

El sector de lavaderos de autos en Bogotá enfrenta grandes desafíos en cuanto a la gestión eficiente del recurso hídrico. Con un consumo estimado del 20% del agua potable de la ciudad, este sector contribuye significativamente a la contaminación hídrica debido a la falta de tratamientos adecuados de reutilización de aguas residuales

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación, específicamente en la encuesta realizada donde se identificó que el 81% de los encuestados considera muy importante la conservación del agua, mientras que un 84% estaría dispuesto a cambiar de lavadero si este implementara prácticas sostenibles y que además, el 49,12% de los usuarios estaría dispuesto a pagar entre \$10.000 y \$20.000 adicionales por servicios que incluyan tratamiento y reutilización del aguase, se propone la gestión de un proyecto que impulse la implementación de tratamientos de reutilización de agua en los lavaderos de autos.

En primer lugar, es necesario implementar tecnologías eficientes de filtración, sedimentación y tratamiento químico con coagulantes naturales, ya que esto permitirá reducir la contaminación del agua residual y fomentar su reutilización en el mismo proceso de lavado. Se recomienda la implementación de un programa piloto en 2 lavaderos seleccionados, donde se realice un monitoreo constante de los resultados con el fin de evaluar la viabilidad y beneficios de la propuesta antes de una aplicación más amplia en el sector.

Sin embargo, es importante que además de las mejoras técnicas, se realicen brigadas de capacitación y sensibilización tanto de los propietarios y empleados de los lavaderos como de los clientes ya que esto contribuirá a que los establecimientos adopten procesos más sostenibles y eficientes. De manera complementaria, se propone desarrollar campañas de concientización dirigidas a los consumidores para que comprendan la importancia de elegir servicios que no afecten el medio ambiente y de esta forma apoyen a los lavaderos con sistemas de filtrado de aguas residuales.

Ahora bien, para incentivar la implementación de estas prácticas sostenibles, se sugiere la creación de beneficios económicos para los lavaderos que adopten sistemas de reutilización de agua, como descuentos en impuestos ambientales o acceso a líneas de crédito preferenciales. También se pueden establecer tarifas diferenciadas que favorezcan a los consumidores que prefieran servicios ecológicos, impulsando así la demanda por este tipo de alternativas.

Estas propuestas se han diseñado no solo con base a los resultados de la encuesta, sino que además se tomó como base los modelos de gestión de recursos hídricos aplicados en otras

regiones y estudios previos, como el diseño de un sistema de recuperación de aguas residuales de Diego José Plata (2020) y el estudio de factibilidad para sistemas de aprovechamiento de aguas grises en Colombia (Cohecha Parrado, 2021). Además, se consideraron las regulaciones nacionales vigentes, como la Resolución 0631 de 2015 y la Ley 373 de 1997, las cuales establecen los límites permisibles de vertimientos y promueven la eficiencia en el uso del agua.

Finalmente, se recomienda la creación de un sello ambiental que identifique a los lavaderos que cumplen con estándares de sostenibilidad, generando confianza en los consumidores. Asimismo, la información sobre estos procesos debe ser difundida a través de redes sociales, sitios web y material impreso en los establecimientos, priorizando los canales de comunicación más utilizados por los clientes, según los resultados de la encuesta.

El resultado esperado de la gestión de este proyecto será reducir significativamente el impacto ambiental del sector de lavaderos de autos en Bogotá, al tiempo que ofrecerá una ventaja competitiva a aquellos establecimientos que adopten prácticas sostenibles. Por último, este proyecto requiere de una articulación entre entidades gubernamentales, el sector privado y organizaciones ambientales, con el fin de fortalecer la viabilidad del proyecto a largo plazo y fomentar una cultura de uso responsable del recurso hídrico en la ciudad.

5.3 Discusión

El análisis de los resultados obtenidos en la encuesta muestra una alineación con varios estudios previos mencionados en el marco de antecedentes. Se confirma la problemática identificada en investigaciones como la de Plata (2020), quien evidenció que la mayoría de los lavaderos de

autos no cuentan con sistemas adecuados de recuperación de aguas residuales, y que su implementación puede generar beneficios tanto ambientales como económicos. En este sentido, los hallazgos de la encuesta reflejan que un 84% de los encuestados estaría dispuesto a cambiar de lavadero si este implementa prácticas más sostenibles, lo que valida la importancia de desarrollar estrategias que fomenten la reutilización del agua.

Por otro lado, estudios como el de Cohecha Parrado (2021) sobre la viabilidad del aprovechamiento de aguas grises en lavaderos de autos resaltan la necesidad de contar con tecnologías de sedimentación y filtración para la reducción de contaminantes. Esta afirmación encuentra respaldo en la encuesta, donde el 29% de los encuestados identificó el uso de sistemas de reciclaje de agua como la práctica más relevante para la gestión del agua en lavaderos. Sin embargo, se evidencia una discrepancia con respecto al conocimiento de los consumidores sobre estas tecnologías, ya que el 33% de los encuestados no está seguro de si el lavadero que frecuentan implementa algún tipo de tratamiento, lo que sugiere una brecha en la comunicación y divulgación de estas iniciativas.

Asimismo, la investigación de Martínez (2023) sobre la viabilidad de métodos de lavado ecológico en San Pedro Sula destaca la importancia de estrategias de marketing y sensibilización para promover prácticas sostenibles en el sector. Esto concuerda con los resultados de la encuesta, donde se identificó que los consumidores prefieren recibir información sobre la gestión del agua en los lavaderos a través de redes sociales y sitios web, lo que indica la necesidad de fortalecer la comunicación digital para fomentar el conocimiento y la adopción de prácticas sostenibles.

En conclusión, los resultados del análisis respaldan las investigaciones previas en cuanto a la necesidad de implementar sistemas de tratamiento de agua en lavaderos de autos, pero también revelan una falta de información entre los consumidores sobre estas prácticas. Esto sugiere que, además de mejorar la infraestructura tecnológica, es crucial desarrollar estrategias de sensibilización y divulgación que incentiven el uso responsable del agua en el sector.

6 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación han permitido contrastar la problemática identificada con las evidencias empíricas recopiladas y con los hallazgos de la literatura existente sobre el tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá. En primer lugar, se cumplió con los objetivos de la investigación, ya que se logró identificar los principales factores que limitan la implementación de sistemas de reutilización de agua, los cuales incluyen barreras económicas, falta de información y desconocimiento sobre normativas ambientales vigentes. Asimismo, se analizaron diversas estrategias utilizadas a nivel nacional e internacional, lo que permitió establecer referentes de buenas prácticas que podrían aplicarse en el contexto local.

En relación con la pregunta de investigación, la cual buscaba determinar cómo una propuesta con estrategias para la implementación de tratamientos podría mejorar la reutilización del agua en los lavaderos de autos de Bogotá, los hallazgos evidencian que una combinación de tecnologías de tratamiento, incentivos económicos y estrategias de comunicación podrían contribuir significativamente a la optimización del uso del agua en estos establecimientos. Se identificó que un alto porcentaje de consumidores desconoce las prácticas de reutilización implementadas en los lavaderos que frecuentan, lo que sugiere que la falta de información es un factor clave en la baja adopción de estos sistemas. No obstante, el 84% de los encuestados afirmó estar dispuesto a cambiar de lavadero si este implementa prácticas sostenibles, lo que demuestra una gran oportunidad para el sector en términos de diferenciación y mejora ambiental.

Por otro lado, los resultados del estudio permitieron generar una propuesta que podría representar una solución efectiva y sostenible para la gestión del recurso hídrico en los lavaderos de autos de Bogotá. La combinación de tecnologías de tratamiento con incentivos económicos y educativos podría facilitar la transición hacia un modelo de negocio más responsable con el medio ambiente y alineado con las políticas de sostenibilidad vigentes.

Ahora bien, sobre la hipótesis planteada, que sostenía que "la implementación de estrategias de tratamiento y reutilización del agua en los lavaderos de autos registrados en la Secretaría de Ambiente de Bogotá contribuirá a la reducción del consumo de agua potable y al cumplimiento de normativas ambientales vigentes", los resultados obtenidos respaldan esta afirmación. El análisis de los datos demuestra que la combinación de estrategias tecnológicas y de concienciación puede generar un impacto significativo en la sostenibilidad del sector. Sin embargo, la efectividad de estas iniciativas dependerá de su aplicación sistemática y del compromiso tanto de los empresarios como de los consumidores y entidades regulatorias.

El impacto en el campo de estudio es significativo, ya que los hallazgos proporcionan evidencia sobre la importancia de implementar tecnologías sostenibles en pequeños y medianos establecimientos comerciales. Además, los resultados pueden servir como base para futuras investigaciones sobre la eficiencia de distintos sistemas de tratamiento de agua en contextos urbanos.

Finalmente, como nuevas líneas de investigación, se sugiere profundizar en el análisis de costos y beneficios de la implementación de tecnologías de reutilización del agua en lavaderos de autos,

así como evaluar el impacto a largo plazo de la adopción de estas prácticas en la calidad del agua de la ciudad. Estos estudios podrían contribuir a una mejor comprensión de los factores que influyen en la sostenibilidad del agua en la industria de lavado de autos y generar recomendaciones más precisas para la formulación de estrategias en lo que al tema se refiere.

7 Referencias

- AGUA, I. D. (15 de 1 de 2024). *Aguas Residuales: Definición, Características y Su Importancia en la Salud Pública*. Instituto del Agua. Obtenido de <https://institutodelagua.es/aguas-residuales/que-es-aguas-residualesaguas-residuales/>
- Ambiental, O. (2019). *Las normas que deben cumplir los lavaderos de carros en Bogotá* ». Obtenido de <https://oab.ambientebogota.gov.co/las-normas-que-deben-cumplir-los-lavaderos-de-carros-en-bogota>
- Calixto, N. B.-G. (2023). *Causas y consecuencias de la contaminación de aguas*. Bogotá - Ediciones Nueva Jurídica. BOGOTA.
- Cohecha Parrado, D. M. (2021). *Estudio de factibilidad para el desarrollo de un sistema de aprovechamiento de aguas grises en lavaderos de carros en Colombia (Bachelor's thesis, Ingeniería Industrial-Virtual)*.
- COSTA, U. D. (2020). *DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUAS*. Barranquilla.
- De Jorge, L. R. (2020). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes*. . Obtenido de <https://iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>
- Devils, D. (15 de 8 de 2023). *Future trends and innovations in the car wash industry. Detailing Devils*. Obtenido de <https://www.detailingdevils.com/blog/future-trends-and-innovations-in-the-car-wash-industry>
- Dongee. (2022). *como funciona google forms*. Obtenido de <https://www.dongee.com/tutoriales/como-funciona-google-forms/>
- EAAB. (2020). *Informe de gestion ambiental 2020*. Bogotá: Secretaria de ambiente de Bogotá.
- Greasezilla. (s.f). *Greasezilla: The ultimate grease removal system. Greasezilla*. Obtenido de https://greasezilla.com/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw8rW2BhAgEiwAoRO5rH0fwXHi6MWbfcfNL7ke_rM3GDQE1wTLr5Xr7wz4f0JwJLHVQfHVfYRoC_OoQAvD_BwE
- Hernández Sampieri, R. &. (2018). *Recolección de datos en la ruta cuantitativa. En Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Llanes Cedeño, E. A. (2021). *¿Cuál es la realidad de los autolavados con respecto a la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental? E-IDEA Journal of Engineering Science*, 3 (7), 1-12. Obtenido de <https://doi.org/10.53734/esci.vol3.id205>

- maps, G. (2024). *Google maps*. Obtenido de Google. (2024). Número de lavaderos de autos registrados en Bogotá. Recuperado de:
<https://www.google.com/maps/search/numero+de+lavaderos+de+autos+registrados+en+bogota/@4.6637385,-74.1756479,12z/data=!3m1!4b1?entry=ttu>
- Marcombo, S. R. (2020). *Marcombo, S., Rigola, LM y Lapeena, MR (2000). Tratamiento de Aguas industriales: Aguas de Proceso y residuales*. Editora Alfaomega Grupo.
- Martínez, H. R. (2023). *Estudio de pre-factibilidad para la apertura de un servicio de lavado ecológico de autos en San Pedro Sula (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC)*. San Pedro Sula (.).
- Mier-Goyes, M. L., González-Salazar, A. M., & Pinzón-Ubaque, A. G. (2024). *Vigilancia 2.0: Intervención estratégica para superar desafíos en la formación en seguridad privada*. Bogotá: Universidad EAN.
- Gobierno de España. (2007). Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. Boletín Oficial del Estado (BOE), núm. 294, 8 de diciembre de 2007.
<https://www.boe.es/boe/dias/2007/12/08/pdfs/A50639-50661.pdf>
- Congreso Nacional de Chile. (2018). Ley 21.075, sobre recolección, reutilización y disposición de aguas grises. Diario Oficial de la República de Chile. <https://www.diariooficial.cl>
- Congreso de la República de Colombia. (1978). Decreto 1541 de 1978, por el cual se reglamenta la concesión del uso del agua para procesos industriales. Diario Oficial de Colombia.
<https://www.funcionpublica.gov.co>
- República de Colombia. (2015). Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015. Diario Oficial No. 49.523.
- Moreno, B. E. (2020). *Metodología de la investigación. Métodos y técnicas*. Grupo Editorial Patria.
- Pérez, C. J. (2023). *REUTILIZACIÓN DE AGUAS DEPURADAS EN LA INDUSTRIA POR MEDIO DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN*.
- Piedra, J. A. (2021). El muestreo y su relación con el diseño metodológico de la investigación. Manual de temas nodales de la investigación cuantitativa. Un abordaje didáctico, 81.
- Rivera Solano, W. Á. (2023). *Estudio del manejo, tratamiento y reúso del agua en el lavadero la Estación 55 situado en la ciudad de Bucaramanga*. BUCARAMANGA.
- Rodríguez, D. C. (2022). *Manejo de recursos hídricos en lavadero de buses intermunicipales*. BOGOTA.

- S.J, G. T. (20217). *Diseño de una planta de tratamiento de agua proveniente del lavado de autos en la lavadora “La Unión” en el sector La Joya (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil).*
- Tavera García, J. A. (2015). *Manejo, tratamiento y reúso del agua en la estación de lavado de vehículos “Los Ángeles”, . Bogotá DC.*
- Toledo, H. M. (2022). *Diseño de un Sistema de Tratamiento de Agua Residual Para el Cars Wash la Roca. Cal (kg), 2(2), 7-000. Valledupar.*
- Valdeiglesias, G. J. (2023). *Modelo Prolab: Yaku Carwash, Una Propuesta de Lavado de Autos Enfocada en El Medio Ambiente Mediante la Reutilización Del Agua Como Factor Diferenciador en la Ciudad de Lima (Master's thesis, Pontificia Universidad Catolica del Peru (Peru)).*
- Vesilind, P. A. (1998). *Environmental Pollution and Control. Elsevier Science & Technology.*

Anexos

A continuación, se presenta el anexo el cual detalla cada una de las preguntas formuladas para la investigación:

Anexo A Encuesta

Encuesta sobre la Gestión del tratamiento y reutilización del recurso hídrico en los lavaderos de automóviles de la ciudad de Bogotá

La siguiente encuesta se realiza con el fin de obtener información sobre la gestión del tratamiento y reutilización del recurso hídrico en los lavaderos de automóviles de la ciudad de Bogotá. Según la Política de Recolección y Tratamiento de Datos Personales (Ley 1581 de 2012), siendo la información suministrada en este espacio, de carácter educativo y reservado de manera responsable.

Su participación es completamente voluntaria y sus respuestas serán tratadas de manera confidencial.

Al participar en esta encuesta, usted está dando su consentimiento para que utilicemos sus respuestas exclusivamente con fines académicos. Los datos serán analizados de forma agregada y no se identificará a los participantes individualmente.

Por favor, lea atentamente la siguiente información:

Uso de Datos: Los datos se utilizarán solo para fines de investigación y para mejorar los recursos académicos.

Confidencialidad: Su identidad será mantenida en anonimato ya que no es necesario dejar nombres o datos personales en esta encuesta, los datos serán almacenados de manera segura y solo el equipo de investigación tendrá acceso a ellos.

Derechos: Puede retirar su participación en cualquier momento sin consecuencias.

Si está de acuerdo en participar, por favor marque la casilla de aceptación a continuación y continúe con la encuesta.

1. ¿Aprueba usted el desarrollo de la encuesta de manera voluntaria?

SI _____

NO _____

Datos del Encuestado

2. Edad: _____

3. Frecuencia con la que utiliza los servicios de un lavadero de automóviles:

- a. Diario
- b. Semanal
- c. Mensual
- d. Ocasionalmente
- e. No utiliza

Experiencia y conocimiento básico en el lavado de automóviles

4. ¿Cuál es el tipo de lavadero que utiliza con más frecuencia?

- a. Lavadero automático (con máquina)
- b. Lavadero manual (con mangueras y trabajadores)
- c. Lavadero con servicios de alta gama (sistematizado, tipo túnel etc.)
- d. No utiliza

5. ¿Cuánto está dispuesto a pagar adicionalmente por servicios que incluyan tratamiento y reutilización del agua?

- a. Nada
- b. Menos de \$10.000
- c. \$10.000 - \$20.000
- d. Más de \$20.000

Conocimiento y percepción sobre la gestión del agua

6. ¿Conoce si el lavadero que utiliza tiene prácticas de tratamiento o reutilización del agua?

- a. Sí
- b. No
- c. No estoy seguro

7. ¿Cuáles de las siguientes prácticas considera importantes para la gestión del agua en los lavaderos de automóviles? (Puede marcar más de una opción)

- a. Uso de sistemas de reciclaje de agua
- b. Tratamiento de aguas residuales
- c. Uso de detergentes ecológicos
- d. Reducción del consumo de agua
- e. Sistemas de tratamiento por sedimentación y filtración
- f. No conoce de sistemas de tratamiento de agua.

Actitudes hacia la conservación del agua

8. ¿Qué tan importante es para usted la conservación del agua en los servicios que utiliza?

- a. Muy importante

- b. Importante
- c. Poco importante
- d. No importante

9. ¿Estaría dispuesto a cambiar de lavadero si supiera que uno de ellos implementa prácticas más sostenibles en el uso del agua?

- a. Sí
- b. No
- c. Tal vez

10. ¿Por qué medio le gustaría recibir información sobre las prácticas de gestión del agua en los lavaderos de automóviles? (Puede marcar más de una opción)

- a) Información en el sitio web del lavadero
- b) Etiquetas o carteles en el lavadero
- c) Folletos informativos
- d) Información proporcionada por el personal del lavadero
- e) Información por redes sociales

Enlace de encuesta digital:

<https://forms.office.com/r/QG15Mb9SJ5?origin=lprLink>



En el Anexo B se puede evidenciar la validación que realizó la docente Doris Amanda Rosero a la encuesta elaborada para el proyecto de investigación:

Anexo B Validacion_encuesta_DR_27082024.pdf

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Doris Amanda Rosero García, con documento de identidad No. 37124488 de profesión Microbióloga y bioanalista con posgrado (s) en Maestría y Doctorado en Biología. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento ENCUESTA. Para ser utilizado en la investigación titulada: "Gestión del tratamiento y reutilización del recurso hídrico en los lavaderos de automóviles de la ciudad de Bogotá, D.C."

Luego de revisar la encuesta puedo generar las siguientes valoraciones

ASPECTO	EXCELENTE	BUENO	ACEPTABLE	DEFICIENTE
Redacción de los ítems	X			
Claridad y precisión		X		
Congruencia de los ítems		X		
Coherencia de los ítems		X		
Manejo del contenido	X			
Cumple lo requerido para una encuesta	X			

Recomendaciones:

Se recomienda revisar el ajuste realizado en la información de consentimiento informado e implementarlo en el formulario web.

Fecha: 27 de agosto de 2024

Firma:



Docente Investigador
Especialización en Gerencia de Proyectos
Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO
Rectoría Virtual

En el Anexo C se puede evidenciar la validación que realizó la docente Doris Amanda Rosero a la encuesta elaborada para el proyecto de investigación:

Anexo C Validacion2_encuesta_DR_28082024

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo Lizeth Katherin Gómez García, con documento de identidad No. 1018436222 de profesión Ingeniera Industrial con posgrado (s) en Especialización en Gerencia financiera y Maestría en Control de gestión/controlling. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento ENCUESTA. Para ser utilizado en la investigación titulada: "Gestión del tratamiento y reutilización del recurso hídrico en los lavaderos de automóviles de la ciudad de Bogotá, D.C."

Luego de revisar la encuesta puedo generar las siguientes valoraciones

ASPECTO	EXCELENTE	BUENO	ACEPTABLE	DEFICIENTE
Redacción de los ítems	X			
Claridad y precisión	X			
Congruencia de los ítems		X		
Coherencia de los ítems		X		
Manejo del contenido		X		
Cumple lo requerido para una encuesta	X			

Fecha: 29 de agosto de 2024

Firma:


Ingeniera Industrial
Fondo Nacional del Ahorro