

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA: CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA: INGENIERIA AMBIENTAL



**CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR LOS LAVADEROS
DE VEHICULOS MOTORIZADOS, EN EL “DISTRITO I”
DEL MUNICIPIO COBIJA.**

Tesis de grado para optar al grado de Ingeniero Ambiental

Presentado por: Univ. Diana Suárez Sánchez

Asesor: Ing. Griceldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA
2025

HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue revisada y aprobada por:

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS
Presidente	Ing. Marco V. Abasto Antezana	_____
Tribunal 1	Ing. Rony Galindo Crespo	_____
Tribunal 2	Ing. Julio R. Montero Tonconi	_____
Tribunal 3	Ing. Ronald P. Cuenca Gallardo	_____
Asesor	Ing. Griceldo Carpio Tancara	_____

Cobija, ____ de _____ de 2025

DEDICATORIA

El presente tesis está dedicado a: mi padre Antonio Suárez, mi madre Elsa Sánchez e hijos Luana y Luan Felipe.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mis sinceros agradecimientos a:

- Dios por sobre todas las cosas.
- Mis padres Antonio Suárez y Elsa Sánchez, mis hermanos Marco Antonio, Mauricio, Vianca, Julio Cesar, Marcela, Lino Mario, Eliana, José Donald, y Alvaro; también a mi esposo Juan José Javier; por el apoyo durante la realización de la presente investigación.
- Mi asesor, Ing. Griceldo Carpio Tancara por sus acertadas orientaciones en el desarrollo de la presente investigación.
- Los miembros del tribunal Ing. Rony Galindo, Julio R. Montero y Ronald P. Cuenca: por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo.
- Los docentes de la carrera de Ingeniería Ambiental, por haber impartido sus conocimientos con paciencia durante el proceso de enseñanza.
- Mis compañeros de la universidad: por las muchas experiencias vividas durante los años que hemos compartido juntos.

ÍNDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE GRAFICOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	2
1.2. Problema de investigación	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Hipótesis	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Agua y lavado de vehículos	5
2.2. Marco legal	7
2.3. Disponibilidad del agua – distribución del agua en la superficie	9
2.4. Aspectos básicos de un servicio de lavado de vehículos automotores.	10
2.5. Buenas prácticas ambientales	12
2.6. Buenas prácticas en higiene y seguridad	16
2.7. Impacto ambiental de lavaderos	17
2.8. Consecuencias secundarias	23
2.9. Marco conceptual	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Ubicación	27
3.2. Materiales	27
3.3. Métodos empleados	28
3.4. Universo y muestra.	28

3.5. Variables evaluadas	28
3.5. Procedimiento empleado	25
3.6. Técnicas empleadas	29
3.7. Instrumentos de recolección de datos	29
3.8. Técnicas de análisis estadístico	32
4. RESULTADOS	33
4.1. Características de los lavaderos	33
4.2. Uso del agua para el lavado	35
4.3. Sistema de lavado de vehículos	36
3.4. Aspectos relacionados con la contaminación ambiental	38
5. DISCUSIÓN	40
5.1. Características generales de los lavaderos	40
5.2. Agua para el lavado de vehículos	41
5.3. Sistemas de lavado de vehículos	42
4.4. Contaminación ambiental	43
6. CONCLUSIONES	45
7. RECOMENDACIONES	46
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
Anexo 1	49
Anexo 2	52

LISTA DE TABLAS

N°	Título	Pág.
1	Cuenta con permiso de funcionamiento	33
2	Número de personas que trabajan en la lavandería	33
3	Capacidad de lavado de motocicletas por día	34
4	Capacidad de lavado de automóviles por día	34
5	Fuente de agua para lavado	35
6	Volumen de agua empleado por mes	35
7	Cuenta con almacenamiento de agua	36
8	Volumen de agua empleado para cada tipo de vehículo	36
9	Costo de la energía eléctrica	37
10	Productos utilizados para el lavado de vehículos	38
11	Cantidad de producto preparado	38
12	Implementos de protección que emplean los trabajadores	39

LISTA DE FIGURAS

Nº	Título	Pág.
1	Entrevista a funcionaria de la lavandería	30
2	Observación directa del lavado de vehículos	30
3	Detergente Intercaps empleado para el lavado	31
4	Detergente Brillante empleado para el lavado	31

RESUMEN

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para los seres vivos y en particular para la humanidad, la contaminación por las diversas actividades económicas es la causa de preocupación de los ambientalistas; por lo que se realizó la presente investigación titulada **Contaminación del agua por los lavaderos de vehículos motorizados, en el “Distrito I” del municipio Cobija** cuyos objetivos específicos fueron: a) Describir el tipo de fuente de agua utilizada en el servicio de lavado de vehículos automotores. b) Identificar los tipos de agentes químicos contaminantes utilizados en el lavado de vehículos. c) Valorar la contaminación de las aguas resultante del proceso de lavado de vehículos. Para responder a estos objetivos se efectuaron encuestas a los responsables de las seis lavanderías que prestan servicios en este distrito, las variables consideradas fueron: las formas de provisión de agua y su almacenamiento, los volúmenes de agua empleados para cada tipo de vehículo, los métodos empleados en el proceso, los productos empleados, las formas de disposición de las aguas residuales y las medidas de protección de la salud de los trabajadores. Los principales resultados indican que el 67% de lavaderos se proveen de aguas subterráneas que son depositados en pozos, mientras que los restantes se proveen de la red de distribución pública, estos depositan en tanques de cinco mil litros; en general emplean productos como detergentes en polvo, desengrasantes, desinfectantes y descurtidores que al ser dispuestos en las vías públicas y posteriormente en las alcantarillas producen efectos contaminantes al ambiente.

Palabras claves: Contaminación hídrica, lavaderos de vehículos motorizados.

ABSTRACT

Water is one of the most important natural resources for living beings, and particularly for humanity. Pollution from various economic activities is a cause for concern for environmentalists. Therefore, this research, entitled "Water Pollution from Motor Vehicle Washes," was conducted in District I of the Cobija municipality. The specific objectives were: a) To describe the type of water source used in the vehicle washing service. b) To identify the types of chemical pollutants used in vehicle washing. c) To assess water pollution resulting from the vehicle washing process. To address these objectives, surveys were conducted among the managers of the six laundries that provide services in this district. The variables considered were: forms of water supply and storage, volumes of water used for each type of vehicle, methods used in the process, products used, methods of wastewater disposal, and measures to protect worker health. The main results indicate that 67% of car washes are supplied with groundwater, which is deposited in wells, while the rest are supplied with water from the public distribution network and deposited in 5,000-liter tanks. They generally use products such as powdered detergents, degreasers, disinfectants, and tanning agents, which, when disposed of in public roads and subsequently in sewers, produce environmental pollution.

Keywords: Water pollution, motor vehicle effluents

1. INTRODUCCIÓN

Es conocido que el desperdicio y mala utilización de agua se ha convertido en uno de los problemas graves con los que deberá afrontar la humanidad cuando las fuentes de agua dulce empiecen a escasear. El lavar los vehículos con manguera es una de las formas más comunes de desperdiciar agua. En la actualidad las fuentes de agua dulce ya han empezado a disminuir, entre las principales razones están el crecimiento de la población por el aumento de la esperanza de vida, el incremento del uso de agua per cápita, otra causa es el cambio climático pero sobre todo el desperdicio que el ser humano da al líquido vital.

El agua dulce disponible en el planeta es de solo 2,5% del 100% de agua del planeta. De éste 2.5%, el 68.7% se encuentra en los glaciares, principalmente en los casquetes polares, pero también en las altas cumbres nevadas. Otra parte importante de las reservas de agua dulce, 30.1%, se encuentra en acuíferos subterráneos. El 0.8% se encuentra en el permafrost, el restante 0.4% se encuentra en aguas superficiales y en la atmósfera (Carrillo, 2015).

A pesar de que este recurso es limitado, aún no existe una conciencia global de su cuidado, es por esta razón que una de las formas habituales de desperdicio del agua es al momento de lavar los vehículos. En vista de esta problemática, el presente proyecto pretende generar un diagnóstico de las empresas dedicadas al servicio de lavado de vehículos, sobre el uso del agua e impactos en el ambiente, además de dar algunas pautas, recomendaciones, posibles soluciones para manejar de manera eficiente el uso del agua, buscando generar cambios en su actitud y responsabilidad ambiental.

La ciudad de Cobija, en su condición de capital del departamento Pando y ubicado en la zona franca comercial e industrial, ha registrado un crecimiento acelerado de su población, paralelamente han aumentado la demanda de servicios, uno de ellos es el lavado de vehículos automotores (de dos y cuatro ruedas), cuyo principal producto empleado es el agua, sobre el cual no se tiene

información, mucho menos sobre los impactos al medio ambiente y/o consecuencias sociales..

1.1. Justificación

Hoy en día la mayoría de la población no está al tanto de que, al usar de una manera inadecuada un recurso natural como lo es el agua, se están exponiendo a un futuro problema donde estarán estrechamente vinculados y relacionados campos como la pobreza, la salud física de las poblaciones, los nuevos conflictos sociales que se producirían cuando este recurso empiece a faltar, la mala administración en el campo económico entre los problemas que se pueden generar como consecuencia del uso inadecuado del agua.

Los impactos ambientales de las estaciones de lavado de vehículos pueden ser de diferentes tipos: Generación de vertimientos líquidos, generación residuos sólidos (lodos) con presencia de hidrocarburos, etc.

Las aguas resultantes del proceso de lavado de vehículos pueden estar contaminados por los agentes químicos utilizados, estas aguas que generalmente son vertidas en las corrientes de agua como arroyos o ríos también tienen consecuencias negativas para la fauna acuática.

Por tanto, en la presente investigación se pretenden conocer todos los puntos antes mencionados e darán algunas pautas, recomendaciones y posibles soluciones para manejar de una manera eficaz el problema antes planteado.

1.2. Problema de investigación

El incremento del parque automotor en nuestra ciudad ha traído como consecuencia la aparición de diversas empresas que tienen como fin el de dar servicio a este creciente parque automotor (7 – 10%); dentro de ellas se encuentran las estaciones de servicio que se dedican al lavado de carros, motos, etc., las cuales se han ubicado en diferentes lugares de nuestra ciudad entre los cinco distritos (del municipio) donde su proceso de atención

va desde un simple lavado manual a un servicio totalmente mecanizado cuyos costos van desde precios muy bajos hasta aquellos que son muy costosos, los cuales se adicionan en base al servicio que estas brindan (INE, 2015).

Este crecimiento de estas empresas genera una presión sobre un recurso natural que muy a pesar que no somos deficitarios de este su forma de uso y de responsabilidad del mismo por parte de estos podría generar un pasivo ambiental que en adelante seria de importancia en nuestra región; es que al ser el recurso principal para el desarrollo de sus actividades, es importante conocer de dónde obtienen el agua para prestar este servicio, que tipo de tecnologías usan, que cantidades de agua usan en el lavado, de que fuentes toman este recurso, insumos que usan; información que no se registra en documentos alguno que nos permita tener una visión real de esta.

Por lo expuesto se formula la siguiente interrogante:

¿Producen contaminación del agua los lavaderos de vehículos motorizados, en el “Distrito I” del municipio Cobija?

1.3. Objetivos

Objetivo General

- Analizar la contaminación del agua por los lavaderos de vehículos motorizados del “Distrito I” del municipio Cobija.

Objetivos específicos:

- Describir el tipo de fuente de agua utilizada en el servicio de lavado de vehículos automotores.
- Identificar los tipos de agentes químicos contaminantes utilizados en el lavado de vehículos.
- Describir las formas de disposición de las aguas residuales y la posibilidad de contaminación hídrica.

1.4. Hipótesis

Hipótesis de investigación:

Las lavanderías de vehículos motorizados del “Distrito I” del municipio de Cobija por los productos empleados y las formas de disposición del agua generan contaminación hídrica.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Agua y lavado de vehículos

2.1.1. Agua

El agua es el producto de la combinación de dos átomos el oxígeno y el hidrógeno y hasta el momento es el único elemento capaz de experimentar tres tipos de estado a priori incompatibles: líquido (mares, océanos, lagos), gaseoso (en forma de vapor de agua en la atmósfera) y sólido (nieve, hielo).

2.1.2. Sistema de lavado

Proceso que se da, para la limpieza de un vehículo quitando todas las impurezas que están sobre ellas y dando una buena apariencia al vehículo.

2.1.3. Proceso de lavado con ahorro de agua.

Es un proceso que se realiza mediante la obtención de agua utilizada en lavado de un vehículo, con sistema de pre filtración, oxigenación y depuración, obteniendo agua para realizar el mismo proceso de lavado.

Lavando el auto, sin medirse, podemos gastar incluso más agua que cuando nos duchamos, llegando a las decenas de litros sólo en un proceso. Lavar el auto puede ser más ecológico y más eficiente.

2.1.4. Tipos de Centro de Lavado Automotriz

Este tipo de lavadoras son las que se encuentran en diferentes partes del mundo moderno, consiste en llevar el vehículo al centro de lavado para que le realicen su respectiva limpieza en la parte interna y externa dependiendo de la petición, posteriormente el propietario tiene que esperar un tiempo para luego ir a retirarlo, por lo general también tienen pequeñas tiendas en

la cual se pueden encontrar aditivos, lubricantes, cosméticos automotrices, etc. 1.3.5. Plantas de tratamiento de agua residuales

La forma más eficiente para aliviar el efecto ocasionado al recurso hídrico, es la implementación de las denominadas PTAR (Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales), cuya finalidad es reutilizar el recurso hídrico que es tan necesario, para poder obtenerlo en condiciones adecuadas para su posterior uso, las plantas de tratamiento poseen sus propios subsistemas que garantiza que el fluido quede en condiciones adecuadas para ser reutilizada.

2.1.6. Pre tratamiento

Es el proceso en el cual se retienen los sólidos mediante rejillas, que impiden que las tuberías se tapen por medio de los sólidos, se le complementa a este sistema una trampa de grasas que separa el agua de las grasas y aceites que pueden alterar los procesos.

2.1.7. Tratamiento primario

En este tratamiento se busca la eliminación de sólidos en suspensión y la demanda bioquímica de oxígeno presentes en el agua tratada, se representa por ser procesos fisicoquímicos en los cuales están la sedimentación, flotación y coagulación.

2.1.8. Tratamiento secundario

Es un proceso biológico, en el cual consiste en convertir la materia orgánica presente en el agua residual en el floculado sedimentable o en sólidos orgánicos, para que puedan ser removidos fácilmente.

2.1.9. Filtrado

Es un sistema que tiene como propósito desde la remoción de materia orgánica hasta la remoción de partículas finas que no han podido ser removidas en los tratamientos anteriores.

2.2. Marco legal

La Constitución Política del Estado (Gaceta oficial de Bolivia, 2009), en el Título II “Medio ambiente, recursos naturales, tierra y territorio”, capítulo quinto referido a “Recursos Hídricos” establece lo siguiente:

Artículo 373.

- I. *“El agua constituye un derecho fundamentalísimo para la vida, en el marco de la soberanía del pueblo. El Estado promoverá el uso y acceso al agua sobre la base de principios de solidaridad, complementariedad, reciprocidad, equidad, diversidad y sustentabilidad”.*
- II. *“Los recursos hídricos en todos sus estados, superficiales subterráneos, constituyen recursos finitos, vulnerables, estratégicos cumplen una función social, cultural y ambiental. Estos recursos no podrán ser objeto de apropiaciones privadas, tanto ellos como sus servicios no serán concesionados, están sujetos a un régimen de licencias, registros y autorizaciones conforme a Ley”.*

Artículo 374.

- I. *“El Estado protegerá y garantizará el uso prioritario del agua para la vida. Es deber del Estado gestionar, regular, proteger, planificar el uso adecuado, sustentable de los recursos hídricos, con participación social, garantizando el acceso al agua a todos sus habitantes. La ley establecerá las condiciones y limitaciones de todos los usos”.*
- II. *“El Estado reconocerá, respetará, protegerá los usos, costumbres de las comunidades, de sus autoridades locales, de las organizaciones indígenas”.*

originaria campesinas sobre el derecho, el manejo y la gestión sustentable del agua”.

III. “Las aguas fósiles, glaciales, humedales, subterráneas, minerales, medicinales y otras son prioritarias para el Estado, que deberá garantizar su conservación, protección, preservación, restauración, uso sustentable, gestión integral; son inalienables, inembargables e imprescriptibles”.

Artículo 375.

I. “Es deber del Estado desarrollar planes de uso, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de las cuencas hidrográficas”.

II. “El Estado regulará el manejo y gestión sustentable de los recursos hídricos, de las cuencas para riego, seguridad alimentaria, servicios básicos, respetando los usos y costumbres de las comunidades”.

III. “Es deber del Estado realizar los estudios para la identificación de aguas fósiles con su consiguiente protección, manejo y aprovechamiento sustentable”.

La Ley 1333 “Ley del Medio Ambiente” (Gaceta oficial de Bolivia, 1992), en el capítulo II “del recurso agua” establece lo siguiente:

Artículo 36º.- “Las aguas en todos sus estados son de dominio originario del Estado y constituyen un recurso natural básico para todos los procesos vitales. Su utilización tiene relación e impacto en todos los sectores vinculados al desarrollo, por lo que su protección y conservación es tarea fundamental del Estado y la sociedad”.

Artículo 37º.- “Constituye prioridad nacional la planificación, protección, conservación de las aguas en todos sus estados y el manejo integral y control de las cuencas donde nacen o se encuentran las mismas”.

Artículo 38º.- “El Estado promoverá la planificación, el uso y aprovechamiento integral de las aguas, para beneficio de la comunidad nacional con el propósito de asegurar su disponibilidad permanente,

priorizando acciones a fin de garantizar agua de consumo para toda la población”.

Artículo 39º.- “El Estado normará, controlará el vertido de cualquier sustancia o residuo líquido, sólido y gaseoso que cause o pueda causar la contaminación de las aguas o la degradación de su entorno. Los organismos correspondientes reglamentarán el aprovechamiento integral, uso racional, protección y conservación de las aguas”.

La misma Ley en su artículo 105, establece que: comete delito contra el medio ambiente quien infrinja los incisos 2 y 7 del Art. 216 del Código Penal Específicamente cuando una persona: Envenena, contamina o adultera aguas destinadas al consumo público, al uso industrial agropecuario o piscícola, por encima de los límites permisibles a establecerse en la reglamentación respectiva.

Artículo 107º.- “El que vierta o arroje aguas residuales no tratadas, líquidos químicos o bioquímicos, objetos o desechos de cualquier naturaleza, en los cauces de aguas, en las riberas, acuíferos, cuencas, ríos, lagos, lagunas, estanques de aguas, capaces de contaminar o degradar las aguas que excedan los límites a establecerse en la reglamentación, será sancionado con la pena de privación de libertad de uno a cuatro años y con la multa de cien por ciento del daño causado”.

Artículo 108º.- “El que ilegal o arbitrariamente interrumpa o suspenda el servicio de aprovisionamiento de agua para el consumo de las poblaciones o las destinadas al regadío, será sancionado con privación de libertad de hasta dos años, más treinta días de multa equivalente al salario básico diario”.

2.3. Disponibilidad del agua – distribución del agua en la superficie

UNESCO (2003). Aunque el agua es el elemento más frecuente en la Tierra el 97.5% es agua salada contenida en los mares, océanos sólo 2.5% es la llamada agua dulce, que realmente no es que sepa dulce sino que tiene pocas sales disueltas. Esta última, en su mayoría, se encuentra en glaciares, capas de hielo, principalmente en Groenlandia y la Antártica. También una

porción importante se encuentra atrapada en depósitos subterráneos profundos de difícil acceso sólo 0.3% de esta agua dulce se localiza en lugares que podríamos llamar accesibles -como los lagos y ríos- para ser utilizada por los seres vivos de las zonas continentales, incluyendo al hombre.

2.4. Aspectos básicos de un servicio de lavado de vehículos automotores.

Espinosa y Chávez. (2012). Indican que una operación de lavado tradicional de automóviles demanda entre 50 a 350 litros de agua y genera a su vez residuos de aceite, grasas, junto con otros 13 metales contaminantes.

Según Maila, J. E. (2012). Los elementos básicos que debe poseer una lavadora convencional de automóviles son: Estructura de cemento elevada para tener acceso a lugares menos visibles del automóvil y/o elevador automático para automóviles. El número dependerá del espacio físico, de la demanda del servicio. Bomba de agua con una presión adecuada dependiendo el tipo de servicio que se oferte. Pistolas a presión de agua de bajo costo y alta presión, para uso rudo con diseño ergonómico para reducir la fatiga del operador, que trabaje a presiones de hasta 2,200 psi en la salida de la pistola; la presión depende del equipo de hidrolavado. Compresor de aire. Aspiradora industrial de autos con potencia moderada para este tipo de trabajo. Engrasadora a presión, pulverizadora (optativas si el trabajo así lo requiere). Boquillas sopleteadoras. Pulidora eléctrica. Herramientas básicas para el cambio de lubricantes (opcional). Insumos principales, siendo los principales: agua, shampoo, detergentes y abrillantadores. Insumos auxiliares son las cubetas, franelas, cepillos, esponjas, shampoo, cera para pulir, productos para abrillantar, desengrasantes, abrillantadores, entre otros. Ropa industrial de trabajo (overoles, mascarillas, botas, cascos).

Para complementar lo expuesto, citamos al Instituto de Extensión y Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano (2010), con su propuesta de un Plan de Gestión Integral de Residuos (PGIR) para el servicio de lavado de vehículos, el cual cita los siguientes componentes:

- a) Formulación del compromiso empresarial

Los documentos mínimos incluidos en este componente:

- Compromiso firmado por el gerente para el diseño e implementación del Plan de Gestión de residuos
- Acta de conformación del comité, con las responsabilidades de cada miembro
- Plan de divulgación de los objetivos del Plan de Gestión Integral de Residuos

b) Prevención y minimización

Los objetivos que persigue este componente son:

- Identificar la generación de residuos y sus características de peligrosidad
- Cuantificar la generación de los residuos por tipo y por fuente.

c) Manejo interno ambientalmente seguro

Los objetivos de este componente son:

- Establecer un manejo diferenciado entre los residuos peligrosos y los que no lo son.
- Evitar la mezcla de residuos peligrosos con residuos no peligrosos o con otras sustancias o materiales.
- Mezclar o poner en contacto entre sí residuos peligrosos o no, solo cuando sean de naturaleza similar o compatible.
- Identificar y etiquetar los residuos peligrosos de acuerdo con las normas vigentes
- Evitar accidentes e incidentes tales como derrames, descargas o emanaciones de sustancias peligrosas al ambiente.

d) Manejo externo ambientalmente seguro

Los objetivos de este componente son:

- Identificar y describir los procedimientos de manejo externo de los residuos: transporte, tratamiento, valorización, aprovechamiento o disposición final.
- Identificar y contactar los gestores para cada una de las corrientes generadas
- Garantizar el cumplimiento de las condiciones de entrega y transporte de los residuos
- Conservar soportes que evidencien el seguimiento de cada uno de los procedimientos realizados a los residuos

e) Ejecución del PGIR

Los objetivos perseguidos con este componente son:

- Implementar las medidas contempladas para la prevención, minimización y manejo de los residuos.
- Medir los avances en la implementación de estas medidas

f) Seguimiento del PGIR.

Los objetivos de este componente son:

- Diseñar un sistema de indicadores que permitan medir el impacto generado por las actividades implementadas
- Establecer metas viables para cada uno de los indicadores propuestos.

g) Evaluación del PGIR.

Los objetivos propuestos para este componente son:

- Evaluar el impacto generado por las actividades implementadas en el plan de gestión
- Tomar las medidas preventivas y correctivas necesarias, de acuerdo con los resultados

2.5. Buenas prácticas ambientales

Gestión de residuos (CIMPAR, 2012)

- Disponer adecuadamente los residuos sólidos que no estén contaminados con combustibles, solventes o aceites (toallas, trapos, envases plásticos) para su retiro conforme lo indique la Ordenanza Municipal de Higiene Urbana. Si es posible separar, disponer con un recuperador responsable, materiales como plásticos, papel y cartón.
- Los residuos sólidos contaminados (trapos, arena, filtros, barros, aserrín, envases contaminados con aceite, aditivos, combustibles, solventes) deben ser almacenados en tambores metálicos de 200 litros con tapa, con el correspondiente cartel indicativo, en una zona bien ventilada, al cubierto del sol y la lluvia, separados de focos de calor o llamas, lejos del tránsito de las personas. Deberán ser retirados por un operador habilitado para esta corriente de residuos, quien debe entregar el correspondiente manifiesto.

Ahorro de energía

- Tener en funcionamiento la maquinaria el tiempo imprescindible reducirá la emisión de ruido y consumo de energía.
- Ahorrar energía durante el desarrollo del trabajo aprovechando al máximo la luz natural, usando aparatos de bajo consumo, colocando temporizadores, empleando luminarias de máxima eficiencia energética, lámparas de bajo consumo, larga duración, si se usan tubos fluorescentes no apagarlos y encenderlos con frecuencia, ya que el mayor consumo se produce en el encendido.
- Limpiar periódicamente las lámparas y luminarias para optimizar la iluminación.
- Emplear la maquinaria y las herramientas más adecuadas para cada trabajo, eso disminuirá la producción de residuos y el consumo de energía.

Control de emisiones

- Emplear, en el proceso de aspirado, maquinaria industrial cerrada de alta eficiencia con posibilidades de trabajar en forma centralizada en varios vehículos y con control de material particulado.

Uso responsable del agua

- Cerrar los grifos para no dejar correr el agua cuando no se utiliza.
- En el caso de optar por una fuente alternativa de provisión de agua (perforación), realizar una adecuada gestión de la misma e independizar los circuitos (cañerías) y almacenamientos (tanques) de agua de perforación de los correspondientes a agua potable de red a los fines de evitar riesgos de contaminación de la red de agua potable, con agua no apta para el consumo, afectando a los usuarios de la misma.
- Emplear picos en los extremos de mangueras para evitar el uso excesivo de agua.
- Utilizar presurizadores o aireadores en el suministro de agua a las mangueras a los fines de mejorar la eficiencia de lavado y disminuir el consumo de agua (hidrolavadoras).
- Instalar dispositivos limitadores de presión, difusores y temporizadores para disminuir el consumo de agua.

Gestión de efluentes

- Emplear cepillo blando para ayudar a quitar el barro de la parte inferior del chasis y de las llantas, cuando el barro esté ya reblandecido por el agua, retirarlo manualmente y separarlo, evitando el consumo excesivo de agua y la generación de un efluente con gran cantidad de sólidos.
- Controlar la acometida de agua para detectar fugas y evitar sobre consumos de agua por averías y escapes.
- No lavar motores con hidrocarburos en las instalaciones de lavado, esto evitará contaminar los barros separados en el tratamiento de efluentes (cámaras) y permitirá disponerlos como residuos inertes, siendo mucho menor el costo de disposición final.

- En las trampas de combustible, se puede utilizar recolectores por desborde, ya que están diseñados para permitir que el hidrocarburo fluya sobre el borde del equipo, el cual está colocado en la interfase agua-hidrocarburo. Mediante una línea de succión el hidrocarburo es sacado hacia los tanques de almacenamiento para su posterior tratamiento y disposición final.
- Implementar buenas prácticas de operación y mantenimiento del sistema de canaletas de arenas, decantadores de lodos, trampas de combustible.
- Sustituir solventes por desengrasantes biodegradables.
- Sustituir la utilización de hidrocarburos en la limpieza de motores por productos hidrosolubles biodegradables

Tratamientos de efluentes

La actividad de lavado de vehículos genera necesariamente una cantidad importante de efluentes líquidos, esta importancia está dada tanto en el caudal como en carga contaminante.

Esta última está esencialmente constituida por los residuos sólidos desprendidos de chasis y carrocería vehículo, entre cuales podemos considerar una fracción mayor formada por arenas, una fracción menor formada por sólidos sedimentables de características floculentas (barros). Estos sólidos son más pesados que el agua por lo cual se separarán físicamente por sedimentación.

Por otra parte existen sustancias que flotarán en las aguas de lavado, éstas están constituidas principalmente por hidrocarburos de diferente peso molecular, desde aceites a naftas, además de esto flotan residuos livianos de combustión, hollín, etc.

Estos residuos de ser manejados en forma inadecuada generarán problemas importantes en las cañerías donde son vertidos, tales como cloacas, y conductos pluviales.

Las arenas y sólidos pesados generarán importantes recubrimientos en las cañerías, generando obstrucciones importantes que inutilizarán el conducto, por otra parte los restos de hidrocarburos contribuyen a las obstrucciones de las cañerías pero principalmente representan un riesgo de explosión dentro de las mismas, además de producir importante números de quejas en los usuarios conectados al sistema al percibir el olor de los componentes más volátiles. Por otra parte contribuyen al mal funcionamiento de las instalaciones de depuración y al medio ambiente.

A los fines de evitar los inconvenientes antes mencionados es necesario adoptar las medidas de tratamiento necesarias y de esta manera poder volcar los efluentes en un todo de acuerdo con la legislación vigente.

2.6. Buenas prácticas en higiene y seguridad

Para CIMPAR (2012), debe consistir en:

- Toda la instalación eléctrica debe ser hermética.
- Verificar que se coloquen las juntas apropiadas al efectuar el cambio de lámparas u otro elemento de iluminación.
- No utilizar hidrolavadoras con llama abierta a menos de seis metros de zona con vapores inflamables.
- Evitar la formación de espacios resbaladizos acondicionando el lugar de trabajo.

Productos químicos: Los productos normalmente usados son detergentes o corrosivos formulados por lo cual es muy importante poseer la hoja técnica de seguridad suministrada por el fabricante.

- Conocer los símbolos de peligrosidad y toxicidad.
- Comprobar que los productos están correctamente etiquetados, con instrucciones claras de manejo.
- Elegir, en lo posible, los productos entre los menos agresivos con el medio (detergentes biodegradables, sin fosfatos ni cloro;

desengrasantes sin CFC (Fluor Cloro Carbonados, limpiadores no corrosivos; etc.).

Elevadores

- Verificar que las columnas estén firmes en sus bases y que las trabas funcionen correctamente.
- Verificar que no haya pérdidas de fluido hidráulico, cumplir con el mantenimiento hidráulico, eléctrico y mecánico recomendado por el fabricante.
- Colocar cartel visible con la carga máxima establecida por el fabricante y respetarla siempre.

2.7. Impacto ambiental de lavaderos

El agua es un recurso vital para el desarrollo y sostenibilidad de la vida en el planeta, es innegable la necesidad de este líquido para cualquier ser vivo, considerando el hecho de que el planeta suele conocerse con el sobrenombre de 'el planeta azul'. Cortesía del agua que cubre el 70% de su superficie. Sin embargo, el elemento que propició la vida en este planeta, apenas es potable en un 0,025%. Basta con echar un vistazo desde el espacio para darse cuenta de por qué: el 96,5% del agua terrestre corresponde al agua salada de mares y océanos. Solo un 3,5% del agua de la Tierra es dulce. Pero ni siquiera esto nos garantiza poderla beber con facilidad. Hay que descartar el 70% de esa porción dulce, aún congelada en glaciares y casquetes polares. El otro 30%, se esconde en el subsuelo, en pozos o acuíferos y, por supuesto, en las cuencas hidrográficas en forma de arroyos y ríos (García, 2019).

El uso del agua ha venido aumentando un 1% anual en todo el mundo desde los años 80 del siglo pasado, impulsado por una combinación de aumento de la población, desarrollo socioeconómico y cambio en los modelos de consumo. La demanda mundial de agua se espera que siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que representa un incremento del 20 al 30% por encima del nivel actual de uso del agua, debido principalmente al aumento de la demanda en los sectores industrial y doméstico. Más de 2.000 millones de

personas viven en países que sufren una fuerte escasez de agua, y aproximadamente 4.000 millones de personas padecen una grave escasez de agua durante al menos un mes al año. Los niveles de escasez seguirán aumentando a medida que crezca la demanda de agua y se intensifiquen los efectos del cambio climático (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, 2019).

Esto hace que el recurso sea aún más escaso y sobre todopreciado, sin embargo, es uno de los recursos con peor uso en todo el planeta, su uso indiscriminado ha ocasionado grandes problemas ambientales que desencadenan en problemas de salubridad, alimentación y mala distribución en muchos casos y lugares menos privilegiados de la población mundial. A pesar de que es un recurso vital y de máxima importancia a nivel mundial para todos los procesos naturales de la vida no se le da el cuidado y el tratamiento que se requiere para evitar que escasee. Al contrario de esto se sigue malgastando y provocando importantes desequilibrios en estas fuentes de agua dulce en todo el mundo.

Existe un sector de la industria que utiliza el agua como recurso fundamental para su funcionamiento, este es el sector de los autolavados, los cuales en su gran mayoría no solo ofrece el lavado de los vehículos, sino que también incluyen entre su servicio el lavado y desengrasado de motor y chasis. Este tipo de servicios ha crecido exponencialmente y forma parte de las pymes en todos los países, lo cual en cierto modo es importante ya que proporciona trabajo a cierta población y atiende un sector económico de la sociedad, sin embargo, según Ortiz (2020) menciona que las características que presentan las aguas residuales procedentes de autolavados dependen de los factores socioeconómicos de cada país. En este sentido, se han reportado en Brasil valores de DQO de 259 ± 40 mg/L; conductividad a 446 ± 55 μ S/cm y turbidez a 139 ± 45 NTU; en Turquía un estudio realizado reporta valores de pH 8, COD 560 mg/L, aceites y grasas 125 mg/L, sólidos suspendidos 2300 mg/L, conductividad 980 mS/cm.

En el caso específico de los establecimientos de lavado de automóviles, los contaminantes que se encuentran generalmente son materiales de arena, polvo, emulsiones de agua-aceite, grasas, carbono, asfalto, sales, surfactantes y materia orgánica, que pueden ser tratados, entre otros, por procesos de coagulación – floculación (Ramos y Avila, 2021).

Los autolavados surgen en los años 20's en Estados Unidos como un servicio que supliría la falta de tiempo de lavar el auto por sí mismo en la época. Esta industria llega a generar presión frente al consumo del recurso hídrico, además de la generación de aguas residuales, estos lugares ofrecen el servicio de lavar automóviles disponiendo como materia prima agua y jabón. Un autolavado en promedio lava de 60 a 150 autos al día, empleando 80 litros de agua por auto. No obstante, menos del 40% de esta agua residual es tratada, esta problemática genera contaminación en los cuerpos de agua aledaña al autolavado (Plata, 2020).

A nivel internacional esta industria ha venido creciendo en los últimos años. En Alemania existe el centro de autolavado más grande del mundo llamado Mr Wash, allí se cuenta con más de 100 empleados que lavan cerca de 4000 autos al día. Para combatir las afectaciones ambientales y el gasto excesivo de agua el autolavado Mr Wash implementó una planta de tratamiento de aguas con procesos como coagulación y floculación la cual remueve emulsiones y metales pesados por medio de la electrocoagulación, con el fin de evitar la escorrentía de productos químicos (Ramos y Avila, 2021).

La industria de los auto-lavados ha experimentado un desarrollo monumental en las últimas décadas, producto del crecimiento demográfico y, por tanto, de la demanda de vehículos, fenómeno que a buen seguro continuará mantendrá su tendencia de crecimiento en el futuro (Correa, 2020). La cultura como sociedad se ha fortalecido y vinculado con el cuidado del medio ambiente, basándose en el cuidado de los recursos, especialmente el agua, esta medida sin dejar de lado la satisfacción de las necesidades humanas, por lo anterior se considera fundamental dicho manejo desde acciones básicas, tal es el

caso de la limpieza de automóviles, actividad en la cual se gastan aproximadamente 500 litros de agua, siendo un proceso que propicia el desgaste del recurso natural (Ortiz et al., 2019).

Ahora bien, estas aguas provenientes de los autolavados en su gran mayoría se vierten en los drenajes municipales de las ciudades, sin ningún tipo de tratamientos físico químicos que puedan evitar la gran contaminación de los afluentes de aguas residuales. Si se trata de establecimientos comerciales legales, por lo general se consumen grandes volúmenes de agua dulce para eliminar la suciedad de los vehículos, como consecuencia se generan grandes cantidades de agua residual, siendo esta vertida sin tratamiento alguno a la red de aguas residuales municipales de la ciudad, incrementando la problemática (Ortiz, 2020).

Para entender un poco la gran diferencia que existe entre los tipos de aguas residuales Albarracin (2018) clasifica las aguas residuales de la siguiente manera:

- Domésticas: Aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.
- Industriales: Son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.
- Infiltración y caudal adicionales: Las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de agua de lluvia.

- Pluviales: Son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otro escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

La gran mayoría de las aguas que presentan grandes concentraciones de contaminantes son las domésticas y las industriales.

Los establecimientos comerciales que tienen por objeto social el lavado de vehículos representan actualmente, por su modo de operación, un sector con un alto grado de contrariedad hacia el concepto de la sostenibilidad. La problemática surge a partir del uso del agua de forma, categóricamente, irracional, en el que, de acuerdo a unas técnicas e infraestructura constituidas sobre un modelo de producción lineal, no reparan en la conservación y uso eficiente de este recurso (Mallick y Chakraborty, 2018). De este modo, por cada usuario o vehículo reportan un rango de volumen de generación de aguas residuales entre 150 – 600 L, que, al cumplir funciones de transporte y recepción de contaminantes, termina por ser vertido a un cuerpo receptor conteniendo variedad de sustancias, “particularmente detergentes, fosfatos, aceites y grasas, químicos y un amplio rango de hidrocarburos” (Qamar et al., 2017).

Así, en el componente ecológico, la implementación de técnicas basadas en la gestión integral del recurso hídrico tiene como consecuencia un uso eficiente que se traduce en una menor presión sobre el agua, en el sentido que, a menor tasa de generación de vertimientos y de consumo de agua, hay una menor alteración sobre las dinámicas ecosistémicas, con un ciclo hidrológico cada vez más vulnerable a causa del cambio climático. Al hablar del ámbito social, es evidente que, como seres orgánicos, los seres humanos requieren del agua para subsistir, de modo que la disponibilidad de este recurso con buena calidad se equipara con un bienestar social que la gestión integral del recurso hídrico expresa como desarrollo social, y en últimas, desarrollo económico (Parra, 2021).

Según Sanchez (2017) en un autolavado prestan los siguientes servicios:

Servicio en húmedo:

- Enjuague o lavado exterior: se realiza un enjuague con agua proveniente del acueducto o algunos establecimientos cuentan con pozos o tanques para el suministro de agua mediante un compresor o una manguera adicionalmente se utilizan detergentes, shampoo y toallas para realizar la limpieza.
- Lavado inferior (de chasis o por debajo): se utilizan gatos hidráulicos o cárcamos móviles, en los cuales se ubica el auto para elevarlo y hacer el lavado con manguera. Se realiza con desengrasantes y cepillos para retirar la suciedad de las partes inferiores del vehículo.
- Lavado de motor: se hace en la parte mecánica del motor se utilizan, detergentes, desengrasantes.
- Lavado de vestiduras: se hace el desmontado de sillas. Para este lavado se utilizan espumas especiales que limpian, desmanchan y desodorizan la tapicería.

Servicio en seco: Consiste en retirar la humedad del vehículo para evitar que la superficie del vehículo se manche y se dañe la pintura. Se realiza manualmente por el operario con toallas o bayetillas deshumecece la superficie del auto, para luego con una toalla totalmente seca proceder al secado completo del mismo.

- Aspirado: Para realizar la limpieza interior del vehículo se procede a retirar manualmente la basura y luego con aspiradoras industriales recoger las partículas y el polvo adherido a tapetes y cojinería.
- Polichado: Este servicio está indicado para restaurar la pintura de su vehículo, eliminando los rayones leves, tratando directamente la capa superficial de pintura dañada. Una vez seco el vehículo procedemos a aplicarle una cera pulidora especializada que nos permitirá encontrar la pintura verdadera de su vehículo sacando rayones leves que existan

en el contorno de las latas de su vehículo, sacando también, esa pintura quemada que es normal por los rayos del sol que caen permanentemente en su vehículo. Teniendo ya el proceso en la parte final, procedemos a darle brillo a su automóvil con una maquina polichadora dejando la pintura de su auto como nueva.

En respuesta a los desafíos emergentes debido a la escasez de agua, muchas regiones del mundo están explorando el uso de fuentes de agua alternativas. La reutilización del agua, tanto para usos con aguas potables o no potables, es una de esas alternativas. Se considera cada vez más como una solución potencialmente importante para hacer frente a la constante presión sobre el uso de los recursos hídricos mundiales y como parte de un enfoque más integrado e interesante para gestionar el ciclo hidrológico y apoyar la economía circular. Algunas tecnologías disponibles para usos domésticos interesantes para la recuperación de aguas residuales son la ozonificación y los filtros de carbón activado (Smith et al., 2018).

2.8. Consecuencias secundarias

Se puede determinar que como se ha repetido en varias ocasiones en el texto de la investigación, el agua es un recurso valioso e insustituible para la sostenibilidad de la vida en la tierra, es decir no se puede concebir la concepción de la vida de ninguna especie sin la presencia del agua, y es que este preciado líquido es el caldo de cultivo para la proliferación de todo tipo de vida (Llanes y Leguisamo, 2021).

Lamentablemente, la contaminación ha hecho estragos en los diferentes cuerpos de agua presentes en el planeta, mares, ríos, lagos, nacientes de aguas dulces, entre otros, debido a múltiples razones, pero con el lamentable saldo de aguas con cargas exorbitantes de elementos altamente contaminantes, por lo cual se hacen imposibles de consumir (Llanes y Leguisamo, 2021).

Por otro lado, tanto la actividad domestica como industrial son responsables de esta contaminación, en el caso específico de la actividad industrial resulta

muy evidente que la falta de políticas gubernamentales que obliguen a los empresarios a tomar las medidas necesarias para poder tratar sus aguas residuales ha mermado considerablemente la calidad del agua en el mundo entero.

Al respecto de lo anterior se puede mencionar que los autolavados a nivel mundial son una empresa en crecimiento y que sin duda alguna aportan a las economías de los países, sin embargo esto contrasta de manera irónica con el daño que produce sus aguas luego de lograr su cometido, el cual no es más que la limpieza de los vehículos, ya que en la gran mayoría de los casos son empresas que no cuentan con las debidas plantas para he tratado físico químico de sus aguas residuales, solo un pequeño porcentaje son negocios formales y que cuentan con todas su regulaciones vigentes en materia de cuidado ambiental.

Lo anterior se traduce en una grave situación que sin duda alguna incide directamente en la responsabilidad ambiental que todo ser humano debe poseer para con la única casa que alberga hasta ahora a la humanidad, se cuestiona la poca acción de los gobiernos en esta materia por ser tan permisivos al respecto y contribuir así con la contaminación constante de sus recursos naturales, la sostenibilidad ecología resulta dudosa.

Sin embargo, por otro lado, existen iniciativas que buscan contribuir con evitar el despilfarro del agua en los autolavados con las aplicaciones de lavado en seco y para el caso de los autolavados que aun utilizan el agua como recurso primordial para su funcionamiento la instalación de plantas procesadoras de las aguas residuales (Llanes y Leguisamo, 2021).

2.9. Marco conceptual

- a) Sistema de lavado de vehículos. Son instalaciones que permiten eliminar la suciedad de los automóviles, la cual aparece por el hecho de estar el vehículo en contacto con el aire, suele ser polvo ambiental aceites, grasas y derivados de petróleo con alto contenido de turbidez (Panizza y Cerisola, 2009).

- b) **Red de abastecimiento de agua potable.** Se conoce como red de abastecimiento de agua potable al sistema que permite que llegue el agua desde el lugar de captación al punto de consumo en condiciones correctas, tanto en calidad como en cantidad (Moncayo y Otero, 2013).
- c) **Aguas subterráneas.** El agua subterránea se aloja en los acuíferos bajo la superficie de la Tierra y es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua (Martínez y Rodríguez, 2005).
- d) **Aguas pluviales.** Son las aguas producto de la lluvia o precipitación que escurren sobre la superficie del terreno (Silva, 2012).
- e) **Aguas residuales.** Son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas domésticas y urbanas, los residuos líquidos industriales o mineros eliminados, o las aguas que se mezclaron con las anteriores (aguas pluviales o naturales) (Tamariz, 2013).
- f) **Vehículos motorizados.** Cualquier vehículo que se impulsa por si mismo que no anda doble rieles ni vías estacionarias, excluyendo cualquier bicicleta, unidad móvil eléctrica de asistencia personal o ciclomotor (Reátegui, 2016)
- g) **Facturación por el servicio de agua potable.** La facturación es el proceso por medio del cual se determina el importe a facturar y cobrar al cliente por el servicio de agua potable, alcantarillado, utilizados por otros conceptos derivados de los servicios prestados durante el período de facturación. Para calcular los importes a facturar se toman en cuenta las Normas Tarifarias Vigentes. (Silva, 2012).
- g) **Uso productivo del agua.** Consiste en la utilización con carácter exclusivo de los recursos hídricos, como insumo para el desarrollo de una actividad económica (Carrillo, 2015).

h) **Bien público.** Se definen como aquellos bienes en que nadie puede quedar excluido (Maila, 2012).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La investigación se realizó en el “Distrito I” del municipio de Cobija. Cuya jurisdicción es la siguiente:

Provincia : Nicolás Suárez

Departamento : Pando

Las coordenadas geográficas del área experimental son las siguientes:

Latitud sur : 11°01'50”

Longitud oeste : 68°44'05”

El distrito I del municipio de Cobija, comprende los barrios central (Casco viejo), Junín, Mapajo y Puerto Alto de la ciudad de Cobija.

El clima, al igual que todos sus distritos es del tipo tropical, húmedo y lluvioso, con una temperatura media de 26,7°C, precipitación media anual de 1800 – 1900 mm, humedad relativa promedio de 84% (SENAMHI 2015).

3.2. Materiales

Los materiales empleados en la recolección de datos fueron los siguientes:

- Cámara filmadora
- Grabadora
- Filmadora
- Guía de entrevista
- Tablero
- Lapicero

Los materiales de escritorio u oficina fueron:

- Computadora
- Impresora
- Papel bond tamaño carta
- Cartucho de tinta negra
- Cartucho de tinta a colores

3.3. Métodos empleados

a) Tipo de Investigación

El método que se utilizó fue el evaluativo - explicativo, ya que permitió una evaluación simple, basado en la recolección sistemática de datos numéricos, que hizo posible realizar el análisis mediante procedimientos estadísticos simples para sacar informaciones válidas.

b) Diseño de la Investigación.

El diseño es paramétrico. Porque permitió estudiar una situación dada que está basada en las distribuciones de datos reales de las variables en estudio.

3.4. Universo y muestra.

En una investigación preliminar se identificó ocho (8) unidades dedicadas al servicio de lavado de vehículos siendo esta la población objetiva. Sin embargo en la fase de ejecución dos (2) de ellos no estaban en funcionamiento. El tamaño de la muestra fue igual a la población objetiva, es decir seis lavaderos, para el cual se utilizó el método censal para el desarrollo del trabajo.

3.5. Variables evaluadas

Variables independientes:

Fuente de Agua.

Red pública

Aguas Pluviales.

Aguas subterráneas.

Formas de Almacenamiento.

Cisterna.

Piscina.

Tanque elevado

Total de agua Usada

Nivel de tecnología usada

Insumos Usados en el lavado.

Agentes químicos empleados

Producto empleado

Cantidad empleada por tipo de vehículo

Medidas de seguridad

3.6. Técnicas empleadas

a. Diseño del muestreo:

El diseño adecuado de encuestas por muestreo permitió maximizar la cantidad de información para el presente trabajo de investigación.

b. Diseño de la entrevista:

Se optó por la aplicación de la entrevista abierta, por ser una técnica útil para obtener informaciones más relevantes, sobre el motivo del estudio. Para obtener evidencias empíricas de la forma y cantidad en que la población accede a este servicio, se recurrió a las encuestas estructuradas con preguntas y cerradas para la evaluación (como se muestra en el Anexo 1).

3.7. Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la Investigación se consideró diferentes actividades, las cuales se indican a continuación:

Entrevista:

Se aplicó para la obtención de evidencia de la forma y cantidad en que las personas, acceden, disponen y utilizan este servicio, sobre el conocimiento que tienen sobre la tema, se recurrió a encuestas estructuradas con preguntas cerradas para el diagnóstico situacional (como se muestra en el anexo 2).



Figura 1. Entrevista a funcionaria de la lavandería

Observación directa:

La observación directa es un método de recopilación de datos en el que el investigador observa o escucha a los participantes en lugar de realizar una entrevista o manipular variables mediante una metodología experimental. Esta técnica fue empleada para observar los procedimientos que se realizan durante el lavado de vehículos.



Figura 2. Observación directa del lavado de vehículos

Para la determinación del pH, cloro libre, cloro total, cianuros y dureza, se empleó el equipo denominado Conductímetro PCE-CM 41.

Durante la observación directa se pudo identificar los productos químicos que utilizan en lavaderos.



Figura 3. Detergente Intercaps empleado para el lavado



Figura 4. Detergente Brillante empleado para el lavado

3.8. Técnicas de análisis estadístico

Para el procedimiento estadística se empleó la hoja de cálculo Excel y el programa SPSS 24, y el uso de la estadística descriptiva como media, pruebas estadísticas no paramétricas, así como cálculos porcentuales, tablas de distribución de frecuencia y tablas de contingencia.

4. RESULTADOS

4.1. Características de los lavaderos

Tabla 1

Cuenta con permiso de funcionamiento

Respuesta	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Si	5	83.3%
No	1	16.7%
Total	6	100.0%

La mayoría cuenta con licencia de funcionamiento otorgado por la autoridad competente, en este caso del Gobierno Autónomo Municipal de Cobija.

Tabla 2

Número de personas que trabajan en la lavandería

Respuesta	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Tres	1	16.7%
Cuatro	2	33.3%
Cinco	3	50.0%
Total	6	100.0%

El número de personas que trabajan en las lavanderías varías de 3 - 5, en la mitad de las lavanderías trabajan 5 personas.

Tabla 3

Capacidad de lavado de motocicletas por día

Respuesta	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
20 unidades	1	16.7%
50 unidades	1	16.7%
80 unidades	2	33.3%
100 unidades	2	33.3%
Total	6	100.0%

La capacidad de lavado de motocicletas por día varía de 20 a 100, la mayor proporción lavan entre 80 a 100, mientras que los restantes lavan de 20 a 50.

Tabla 4

Capacidad de lavado de automóviles por día

Respuesta	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Menor a 10	2	33.3%
De 10 a 15	3	50.0%
Hasta 30	1	16.7%
Total	6	100.0%

La capacidad de lavado de automóviles por día varía de 4 a 30, la mayor proporción lavan entre 10 a 15, solo uno lava 30 vehículos.

4.2. Uso del agua para el lavado

Tabla 5

Fuente de agua para lavado

Respuesta	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Red pública	2	33.3%
Agua subterránea	4	66.7%
Total	6	100.0%

La mayor proporción de las lavanderías de vehículos motorizados obtienen de agua subterránea, mientras que la menor proporción obtiene de la red de distribución pública.

Tabla 6

Volumen de agua empleado por mes

Litros/mes	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
5 a 6 mil	2	33.3%
7 a 10 mil	3	50.0%
12 mil	1	16.7%
Total	6	100.0%

El volumen de agua utilizado por mes varía desde 5 hasta 12 mil litros, la mayor proporción de lavaderos emplea 10 mil litros mientras que solo uno emplea 12 mil litros de agua

Tabla 7

Cuenta con almacenamiento de agua

Respuesta	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Pozo	3	50.0%
Tanque	2	33.3%
No cuenta	1	16.7%
Total	6	100.0%

La mayoría cuenta con pozo para almacenar agua, es decir aquellos que emplean agua, mientras que los que obtienen de la red pública cuentan con tanques plásticos.

La capacidad del tanque de almacenamiento de agua de los que captan del servicio público es de 5 mil litros.

4.3. Sistema de lavado de vehículos

Las lavanderías que se aprovisionan agua de la red pública indican que el monto pagado varía de 300 a 450 bolivianos por mes.

Tabla 8

Volumen de agua en litros empleado para cada tipo de vehículo

Variable	Motocicleta	Automóvil
Mínimo	15	36
Moda	20	40
Máximo	20	50
Promedio	18	41

La cantidad de agua empleado para motocicleta varía de 15 a 20 litros con un promedio de 18 litros; mientras que para los automóviles el volumen varía de 36 a 50 litros con una moda de 40 litros y promedio de 41 litros.

El sistema de lavado de vehículos en todos los casos es el eléctrico, lo que obviamente tiene su costo.

Tabla 9

Costo de la energía eléctrica

Respuesta	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
1800 bs	1	16.7%
2000 bs	1	16.7%
3000 bs	1	16.7%
5000 bs	2	33.3%
No responde	1	16.7%
Total	6	100.0%

El monto pagado por la energía eléctrica varía de 1800 bs hasta 5000 bs en las lavanderías más grandes; mientras que las pequeñas y medianas tarifas entre 1800 a 3000 bs/mes.

El monto que cobran por el lavado de las motocicletas es de 10 bs y de los automóviles de 40 bs.

3.4. Aspectos relacionados con la contaminación ambiental

Tabla 10

Productos utilizados para el lavado de vehículos

Productos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Detergente en polvo	6	100.0%
Desengrasante	5	83.3%
Desinfectante	3	50.0%
Descurtidor	3	50.0%
Químico preparado	1	16.7%
Total	6	100.0%

Los productos empleados para los vehículos, por orden de importancia son los siguientes: Detergente en polvo, desengrasante, desinfectante, descurtidor y químico.

Tabla 11

Cantidad de producto preparado para lavar los vehículos

Variable	Motocicleta	Automóvil
Mínimo	200	400
Promedio	280	450
Máximo	500	500

La cantidad de producto preparado para lavar cada moto varía de 200 a 500 ml con un promedio de 280 ml, mientras que para los automóviles varía de 400 a 500 ml con un promedio 450 ml

Tabla 12

Implementos de protección que emplean los trabajadores

Implementos	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Solo botas	3	50.0%
Botas y guantes	1	16.7%
Botas, guantes e impermeable	2	33.3%
Total	6	100.0%

En la mitad de las lavanderías los trabajadores solo utilizan botas, en una tercera parte utilizan todos los implementos como son: botas, guantes e impermeables.

Consultados si reutilizan o reciclan las aguas residuales, todos respondieron que no, en consecuencia, las aguas son vertidas en las canales de drenaje y posteriormente en las alcantarillas.

5. DISCUSIÓN

5.1. Características generales de los lavaderos

Los lavaderos de vehículos del Distrito I del municipio de Cobija presentan las siguientes características:

La mayoría de los lavaderos tienen permiso de funcionamiento otorgado por las instancias correspondientes. Cada uno de ellos entre 3 a 5 personas trabajando, aunque la mayoría cuenta con 5 trabajadores. La capacidad de los lavaderos varía de 20 a 100 motocicletas por día, sin embargo la mayoría lavan de 80 a 100 unidades; mientras que en el caso de los motorizados de cuatro ruedas varía de 4 a 30 unidades por día, aunque el 50% de ellos indican que lavan 10 a 15 vehículos.

Al respecto, Reartegui (2016) en una investigación titulada “Lavado de vehículos automotores en la ciudad y su efecto sobre el uso del agua y el ambiente. Iquitos. Loreto” afirma que el 59.5% de las empresas encuestadas cuentan con permiso municipal.

El mismo autor, afirma que la distribución de personas que laboran en la empresa prestadora del servicio de lavado, el porcentaje mayor es de un 50% correspondiente al rango de menos de tres personas, además el rango con menor porcentaje con 1.2% es el de siete a más personas; se evidencia de esta forma la capacidad de contratación de estas empresas.

Respecto al número de vehículos, el mismo autor, afirma que el tipo de vehículo que más se lava por día son las motocicletas cuyo número varía de 310 a 458, mientras que entre vehículos livianos y mayores estos valores varían entre 57 a 72.

Comparando los resultados de la presente investigación con los obtenidos por Reartegui, se concluye que las pequeñas empresas de Cobija dedicadas al lavado de vehículos cuentan en mayor proporción con el permiso de la

autoridad competente. Por el número de trabajadores que operan es posible afirmar que el tamaño de las microempresas son similares; mientras que respecto al número de vehículos lavados por día en Loreto Perú es muy superior a la de Cobija. Esta situación se debe al número de habitantes y vehículos motorizados con que cuenta la ciudad.

5.2. Agua para el lavado de vehículos

En la presente investigación, la mayor proporción (67%) de los lavaderos obtienen agua subterránea, mientras que los restantes 33.3% obtiene de la red de distribución pública. El volumen de agua utilizado por mes varía de 5 a 12 mil litros, aunque la mayoría indica que utiliza 10 mil litros. Respecto a los depósitos de agua, los que captan agua subterránea lo hacen en pozos y los que captan de la red pública lo hacen en tanques de 5 mil litros de capacidad.

Al respecto Reartegui (2016) indica que se encontró que la forma más común para obtener agua para lavado vehículos es la utilización de agua subterráneas con un 90.5%, seguido por aquellos que usan de red pública para su abastecimiento con el 7% y los que aprovechan el agua de lluvia embalsándola con el 2.4%. El fácil acceso a las aguas subterráneas, la escasa normativa para su uso y la pasividad de los entes controladores de este bien común hacen que las empresas obtén por abastecerse en su mayoría de aguas subterráneas para desempeñar el servicio de lavado de vehículos.

Respecto al volumen de agua utilizado por mes, el mismo Autor afirma que, el mayor porcentaje se encuentra entre 70,77 m³ a 124,47 m³, representados con el 47,6%, seguido por menores de 70,77 m³ con el 34,5%; esta variable nos permite determinar el nivel de uso del agua en el proceso de lavado al mes que brinda la empresa al parque automotor.

Respecto al almacenamiento del agua, afirma que el 86,9% de empresas encuestadas cuentan con lugares para almacenar el agua, a diferencia de aquellos que no tienen y que lo obtienen directamente de la línea con el

13.1%; además el mayor porcentaje de las empresas usan el tipo de tanque elevado con un 63,1% seguido del tipo de almacenamiento de cisterna o tanque con un 14,3%.

Respecto a la capacidad del depósito de almacenamiento de agua para el lavado en m^3 ; se observa que el rango de mayor porcentaje se encuentra en menos de 1,12 m^3 representada con el 51.2%, seguido por el rango de 1.12 m^3 a 2.23 m^3 con el 29.8%.

Comparando los resultados de la presente investigación con las obtenidas en la región de Loreto (Perú) es posible afirmar que tanto el volumen empleado por mes, la cantidad almacenada para cada mes, en el vecino país son superiores a los empleados en la ciudad de Cobija.

5.3. Sistemas de lavado de vehículos

En la presente investigación, la cantidad de agua empleado para cada motocicleta varía de 15 a 20 litros con un promedio de 18 litros; mientras que para los automóviles el volumen varía de 36 a 50 litros con un promedio de 41 litros. El sistema de lavado de vehículos en todos los casos es el eléctrico, lo que obviamente tiene su costo. Como resultado de lo anterior, el monto pagado por la energía eléctrica varía de 1800 bs hasta 5000 bs en las lavanderías más grandes; mientras que las pequeñas y medianas tarifas entre 1800 a 3000 bs/mes. Las lavanderías que obtienen agua de la red pública indican que la tarifa pagada varía entre 300 a 400 bs por mes.

Al respecto, Reartegui (2016) en la investigación realizada en el distrito de Loreto (Perú) menciona que el tipo de sistema que usan para el lavado de vehículos en las diversas empresas encuestadas, en ella se muestra que el mayor porcentaje se encuentra representado por el uso de sistema eléctrico con el 94%, seguido por el electromecánico con el 4.8% y el manual con el 1.2%.

Comparando estos resultados, es posible afirmar que el sistema eléctrico es empleado en ambas regiones.

4.4. Contaminación ambiental

En la presente investigación, los productos empleados para los vehículos, por orden de importancia son: Detergente en polvo (100%), desengrasante (83%), desinfectante (50%), descurtidor (50%) y químico preparado (16.7%). La cantidad de producto preparado para lavar cada moto varía de 200 a 500 ml con un promedio de 280 ml, mientras que para los automóviles varía de 400 a 500 ml con un promedio 450 ml. En la mitad de las lavanderías los trabajadores solo utilizan botas, en una tercera parte utilizan todos los implementos como son: botas, guantes e impermeables. Consultados si reutilizan o reciclan las aguas residuales, todos respondieron que no, en consecuencia, las aguas son vertidas en las canales de drenaje y posteriormente en las alcantarillas.

Reartegui (2016) en su investigación realizada en Loreto, menciona que los productos que se utilizan en el proceso de lavado, constan desde detergente industrial para el lavado de exteriores, cera y silicona para pulir, brillar y proteger la pintura de los automóviles lavados, shampo para el lavado de interiores para autos y vehículos mayores y desengrasante para el lavado del motor. Se observa que el porcentaje mayor con lo que respecta a la utilización de insumos en el proceso de lavado corresponde al detergente industrial, cera y silicona con un 39.3%, seguido de un 31% que corresponde al lavado de vehículos con solo detergente industrial, hay un pequeño porcentaje que incluye el shampo y el desengrasante en su proceso de lavado con el 9%.

Respecto al reciclado, afirma que toda el agua que se utiliza en el proceso de lavado no se recicla el agua utilizada, destinando toda el agua utilizada al sistema de alcantarillado de la ciudad.

Esta situación es similar tanto en Cobija como en la ciudad de Iquitos, Loreto en Perú. Constituyendo un problema para el medio ambiente, debido a que muchos metales y fluidos automotrices son arrojados con el agua enjabonada

y transportados a las alcantarillas, arrojando a las calles y avenidas más contaminación, que luego se filtran a los sistemas de conducción de aguas pluviales y terminan en nuestros ríos y bahías.

Respecto a los equipos de protección de los trabajadores, el tipo de equipos que cuenta el personal para el servicio de lavado, en ella se observa los equipos básicos que se utiliza; el mayor porcentaje corresponde al uso de esponjas, escobilla, baldes y toallas para brindar el servicio de lavado con un 91.7%, además se observa un porcentaje menor que incluye los guantes como medida de protección ante insumos dañinos para la piel en el proceso de lavado con un 8,3%. Se recomienda el uso de mascarillas anti-polvo ya que se está expuesto a partículas que podrían causar enfermedades respiratorias, el de overoles para prevenir cualquier derrame de insumos peligroso en el cuerpo y el de gafas, ya que se trabaja con insumos que irritan los ojos y pueden causar un daño grave.

6. CONCLUSIONES

Los análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- La mayoría de los lavaderos, cumplen las normas legales de funcionamiento, cuentan con entre 3 a 5 trabajadores, lavan entre 80 a 100 motocicletas y de 10 a 15 vehículos de cuatro ruedas; lo que los caracteriza como micro empresas. El 67% de los lavaderos obtienen agua subterránea, mientras que los restantes 33.3% lo hacen de la red pública. los que captan agua subterránea depositan en pozos y los que captan de la red pública lo hacen en tanques de 5 mil litros de capacidad.
- La cantidad de agua empleada para cada motocicleta en promedio es de 18 litros; y de 41 litros para los automóviles. El sistema de lavado en todos los casos es el eléctrico. El monto pagado por la energía eléctrica varía de 1800 bs hasta 5000 bs/mes dependiendo del número de vehículos lavados.
- Los productos empleados, son: Detergente en polvo (100%), desengrasante (83%), desinfectante (50%), descurtidor (50%) y químico preparado (16.7%). La cantidad de producto preparado para lavar cada moto, promedio es de 280 ml, y para los de cuatro ruedas 450 ml. En la mayoría de las lavanderías los trabajadores solo utilizan botas, en muy pocas también emplean guantes e impermeables; ninguna lavandería recicla el agua, en consecuencia éstas son vertidas en las canales de drenaje y posteriormente en las alcantarillas.
- Por lo que se acepta la hipótesis alterna de que los lavaderos de vehículos del Distrito I del municipio de Cobija, al utilizar productos químicos que son descargados en la vía pública producen contaminación al medio ambiente.

7. RECOMENDACIONES

Con el objeto de enriquecer los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se hacen las siguientes recomendaciones:

- Las autoridades del Gobierno Municipal debe realizar de manera periódica programas de ahorro y manejo del agua en la empresas que brindan este servicio, al mismo tiempo el de supervisar si es que estos cuentan con el permiso necesario para poder realizar esta actividad de manera eficiente y eficaz.
- Además, debe brindar a las empresas un servicio de saneamiento que les brinde la reutilización de las aguas utilizadas en el servicio de lavado.
- Se recomienda a la unidad de Medio Ambiente del Gobierno Municipal, promover programas y proyectos del buen uso del agua, siendo un proyecto de sensibilización periódico y continuo a las empresas que brindan estos servicios, además de supervisar siempre el tipo de conexiones e instalaciones que cuentan dichas empresas para la captación del agua potable.
- Las microempresas dedicadas al lavado de vehículos deben implementar medidas de protección y cuidado de la salud del personal que opera.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Carrillo, J. F. (2015). Estudio de factibilidad para la creación de una Lavadora y lubricadora de vehículos con adecuados estándares ambientales en el cantón Quinsaloma, Provincia de Los Ríos. Quito, Ecuador.
- CIMPAR, (Comisión interempresariamunicipal de protección ambiental de Rosario, 2012). Buenas prácticas ambientales en lavaderos automotores, talleres mecánicos y lubricentros. Rosario, Argentina.
- Espinosa, F. E. yChavez, V. A. (2012). Diseño e implementación de una estación de lavado para la Universidad Internacional de Ecuador. Quito.
- Gaceta Oficial de Bolivia, (2009). Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia. Aprobado en el mes de febrero de 2009. La Paz. Bolivia.
- Gaceta Oficial de Bolivia (1992). Ley 1333 “Ley del Medio Ambiente” aprobada el 15 de junio de 1992. La Paz. Bolivia.
- Instituto de Extensión y Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano (2010). Guía para la gestión y manejo integral de residuos servicio de lavado de vehículos. Alcaldía mayor de Bogotá.
- Instituto Nacional de Estadística – Bolivia. (INE, 2015). Anuario estadístico del departamento Pando.
- Maila, J. E. (2012). —Estudio para la implementación de una lavadora ecológica de autos con tratamiento de lodos aceitosos residuales en la escuela Politécnica del Ejército. Latacunga – Ecuador.
- Martínez, S. y Rodríguez, M. (2005). Tratamiento de aguas residuales con Matlab. Andrew ediciones. Pág. 70
- Moncayo F. y Otero C. P. (2013). Costo externo social del consumo de agua potable de los lavaderos de vehículos de la ciudad de Cartagena de Indias. Barranquilla.
- Panizza, M. y Cerisola, G. (2009). Applicability of electrochemical methods to carwash wastewaters for reuse. Part 2: Electro coagulation and anodic

oxidation integrated process. *Journal of Electroanalytical Chemistry* 638 (2010) 236-240. Genova, Italy.

Reátegui, K. L. (2016). Lavado de vehículos automotores en la ciudad y su efecto sobre el uso del agua y el ambiente. Iquitos. Loreto-2016. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero en Gestión Ambiental. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Silva, N. J. (2012). —Tratamiento físico-químico de aguas del lavado de vehículos para su reutilización. Maracaibo, Venezuela.

Tamariz, M. (2013). Plan de negocio para implementar una lavadora de autos con sistema de reciclaje de agua. Cuenca-Ecuador

UNESCO/WWAP (2003). Agua para Todos, Agua para la Vida. Primer Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. UNESCO/WWAP. París.

Anexo 1

CUESTIONARIO

N° _____

DATOS DEL ENTREVISTADO

1. Nombre del encuestado: _____
2. Profesión u ocupación: _____
3. Cargo en la empresa: _____

CUESTIONARIO

4. ¿Cuenta su empresa con permiso de funcionamiento para prestar este tipo de servicio, otorgado por el Gobierno Municipal?

Si ____ (pasar a la pregunta 5) No ____ (pasar a la pregunta 6)

5. ¿Cuántas personas laboran en la empresa? _____

6. ¿Cuántas unidades lavan por día?

Motos _____ Motocarros _____ Autos _____ Otros Vehículos _____

7. ¿Su lavandería de donde usa el agua para el servicio de lavado?

Red Pública _____ Tipo de Contrato: Domestico _____

Aguas Pluviales _____ Residencial _____

Aguas Subterráneas _____ Industrial _____

8. ¿Qué cantidad de agua usa por mes?

9. ¿Cuenta con lugares de almacenamiento de agua?

SI ____ No ____

10. ¿De qué tipo? 1. _____

2. _____

3. _____

11. ¿Qué capacidad posee de almacenamiento?

12. ¿Cuánto es el monto que paga mensual por el servicio de agua que consume?

13. ¿Cuál es el monto de energía eléctrica que paga por mes?

14. ¿Qué tipo de sistemas usan para lavar los vehículos?

1. Manual____ 2. Eléctrico ____ 3. Electromecánico____

15. ¿Qué cantidad de agua estima gasta en el proceso de lavado de los vehículos que llegan a su establecimiento?

Motos_____ Motocarros____ Carros_____ Otros Vehículos_____

16. ¿Cuál es el monto que cobra por el lavado de los vehículos?

Motos_____ Motocarros____ Carros_____ Otros Vehículos_____

17. ¿Qué productos utiliza en el proceso de lavado?

1_____ 2_____

3_____ 4_____

5_____ 6_____

18. ¿Qué cantidad utiliza por lavado en cada tipo de vehículo?

Motos_____ Motocarros____ Carros_____ Otros Vehículos_____

19. Cuenta su personal con los equipos necesarios para desarrollar esta actividad?

Si _____ No_____

20. Como cuales, podría Indicarnos?

1. _____ 2. _____

3. _____

21. Su empresa recicla el agua que utiliza en los lavados o simplemente se pierden en la alcantarilla.

Si recicla _____ No recicla _____

22. Preguntar solo si recicla: Que tipo de sistema posee para reciclar podría indicar?

Graficar el sistema y tomar fotos. (Evidenciar).

Anexo 2

GUÍA DE ENTREVISTA

1. Comente sobre lo que entiende impacto sobre el ambiente?
2. ¿Cree usted, que su lavandería genera impactos sobre el ambiente?
3. ¿Podría indicar en que forma genera impactos?
4. La municipalidad u otra institución ¿le han informado sobre los aspectos de responsabilidad ambiental y aspectos de la Ley?
5. Si la respuesta es sí preguntar qué instituciones