

Plan de minimización y valorización de residuos peligrosos generados en talleres de mantenimiento vehicular

Plan for the minimization and valoration of hazardous waste generated in vehicle maintenance workshops

José Caballero^{1,*}  Segundo Seijas²  Priscilla Seijas³ 

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

²Escuela de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

³Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

Autor correspondiente: jlcaballeropa@unitru.edu.pe (J. Caballero)

DOI: [10.17268/scien.inge.2025.03.02](https://doi.org/10.17268/scien.inge.2025.03.02)

RESUMEN

El artículo presenta una propuesta técnica para minimizar y valorizar residuos peligrosos generados en un taller de mantenimiento vehicular, centrado en el cambio de aceite de buses y camiones. Se aplicó una metodología descriptiva basada en observación directa de los procesos y análisis documental, identificando prácticas inadecuadas en el manejo de aceites, filtros, trapos y envases contaminados. A partir del diagnóstico, se implementaron acciones como segregación en la fuente, almacenamiento seguro y canalización hacia gestores autorizados. Como resultado, se logró una reducción del 38,0 % en la generación de residuos peligrosos, destacando una disminución del 30,0 % en aceites usados y del 23,0 % en filtros contaminados. Así mismo, se alcanzó una valorización del 100,0 % de los aceites recolectados y del 65,0 % de los filtros metálicos, lo que representa una valorización global del 62,0 % del total de residuos segregados. En conjunto, la propuesta contribuyó significativamente a mejorar el control ambiental, reducir riesgos operativos y fortalecer el cumplimiento normativo, posicionándose como una alternativa viable y sostenible para la gestión de residuos peligrosos en talleres de mantenimiento.

Palabras clave: Minimización de residuos; valorización; talleres de mantenimiento vehicular

ABSTRACT

This article presents a technical proposal to minimize and recover hazardous waste generated in a vehicle maintenance workshop focused on oil changes for buses and trucks. A descriptive methodology based on direct observation of the processes and documentary analysis was applied, identifying inadequate practices in the management of contaminated oils, filters, rags, and containers. Based on the diagnosis, actions such as source segregation, safe storage, and channeling to authorized managers were implemented. As a result, a 38,0% reduction in hazardous waste generation was achieved, highlighting a 30,0% reduction in used oils and a 23,0% reduction in contaminated filters. Likewise, 100,0% of the collected oils and 65,0% of the metal filters were recovered, representing an overall recovery of 62,0% of the total segregated waste. Overall, the proposal significantly contributed to improving environmental control, reducing operational risks, and strengthening regulatory compliance, positioning itself as a viable and sustainable alternative for hazardous waste management in maintenance workshops.

Keywords: Minimization of hazardous waste; recovery; vehicle maintenance workshops.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenido del parque automotor de transporte pesado ha incrementado significativamente la generación de residuos peligrosos en los talleres de mantenimiento, como aceites lubricantes de distintas especificaciones (15W40, 10W-40, 75W-80, 5W-40, 85W-140, SAE-80W) y filtros de aceite y combustible contaminados. Su manejo inadecuado representa un riesgo ambiental al potencialmente contaminar suelos y cuerpos de agua.

Según la Asociación Automotriz del Perú (AAP, 2024), el parque automotor nacional mantiene una tendencia sostenida de crecimiento, impulsada por el aumento de la demanda de transporte y la renovación parcial del parque vehicular. Este incremento ha generado una expansión del número de talleres y servicios automotrices, así como una mayor generación de residuos peligrosos asociados como aceites lubricantes usados, filtros, baterías y trapos contaminados, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los sistemas de gestión y valorización ambiental en el sector. Estudios previos, como los de



Abro, Chen, Harijan, Dhakan y Ammar (2013), Negash (2016) y Bendezú (2019), evidencian carencias en la gestión de estos desechos y resaltan la importancia de implementar planes específicos de valoración y reciclaje.

En este marco, es fundamental resaltar que la valorización de residuos peligrosos no se limita a su reducción en volumen, sino que busca transformarlos en recursos útiles. De acuerdo con Tchobanoglous et al. (1994), la valorización puede clasificarse en material, que comprende el reciclaje, regeneración y recuperación de componentes con valor económico, y energética, orientada al aprovechamiento de residuos como fuente de energía mediante coprocesamiento o coincineración. De manera similar, el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, 2017) define la valorización como el conjunto de actividades destinadas a recuperar el valor de los residuos a través de su reutilización, reciclaje, compostaje o aprovechamiento energético. En el caso específico de talleres vehiculares, estas modalidades se traducen en la regeneración de aceites lubricantes para reutilizarlos como insumo, la recuperación de metales presentes en filtros contaminados y el coprocesamiento de trapos y envases impregnados de hidrocarburos (UNEP, 2010).

En este marco, el presente artículo propone un plan de minimización y valorización de residuos peligrosos generados en un taller de mantenimiento preventivo para buses y cargueros. El estudio se basa en el diagnóstico mediante observación directa y análisis documental, orientándose a optimizar el manejo de residuos, reducir su volumen y canalizarlos hacia gestores autorizados.

2. METODOLOGÍA

La investigación se estructuró, bajo un enfoque descriptivo y propositivo, orientado a diagnosticar el manejo vigente de los residuos peligrosos provenientes de un taller de mantenimiento de buses y cargueros, para luego diseñar un plan de minimización y valorización adaptado a sus necesidades.

La metodología empleada consistió en la observación directa y sistemática de las operaciones realizadas en el taller, enfocándose en las actividades vinculadas al cambio de aceite y mantenimiento preventivo. Se elaboró una guía de observación para registrar aspectos clave como: generación de residuos, prácticas de almacenamiento, transferencia y disposición final. Asimismo, se revisó documentación interna (registros de ingreso y salida de aceites, manifiestos de residuos y contratos con gestores) para complementar el análisis. Con base en esta información, se identificaron oportunidades de mejora y se diseñó un plan que contempla acciones de minimización (reducción en la fuente) y valorización (reaprovechamiento o disposición segura) de los residuos peligrosos.

Tabla 1. Equipos, materiales y frecuencia de acciones para la gestión de residuos peligrosos en el taller de mantenimiento vehicular.

Acción	Material/Equipo	Especificaciones	Capacidad/ Potencia	Periodicidad
Bombeo de aceites usados desde bandejas de recepción a tanque IBC	Bomba hidráulica de engranajes	Motor 1 hp, 220V, tubo 1.5", caudal 30 L/min, autocebante, presión max, 60 psi, temperatura hasta 80 ° C.	1 hp	Cada cambio de aceite (20,000 Km)
Almacenamiento central de aceites	Tanques IBC	Tanque IBC de acero/plástico, 1000 L, montaje sobre palet	1000 L	Instalación inicial; inspección mensual
Recolección de filtros de aceite y combustible	Contenedores rojos rígidos con tapa	Plástico resistente, 1000 L volumen	Aproximadamente 800 filtros (capacidad para 3 meses)	Cambio/limpieza mensual
Recogida de trapos absorbentes	Contenedores amarillos para RP	Plástico reforzado anti-fugas, 60 L	Aproximadamente 10 kg de trapos	Semanal
Acopio de envases contaminados	Contenedor metálico gris	Acero, 200 L, con tapa	Hasta 200 envases	Mensual

Acción	Material/Equipo	Especificaciones	Capacidad/ Potencia	Periodicidad
Gestión de otros Residuos Peligrosos (baterías/repuestos)	Contenedores específicos + área señalizada	Área cerrada, bandeja antifugas, señalización	Variable	Revisión bimestral
Capacitación de personal	Guías impresas + curso	Material didáctico actualizado	N/A	Cada 6 meses
Convenios con gestores autorizados	Formalización de contrato	Documentación legal conforme a normativa	N/A	Anual
Registro y trazabilidad	Software Excel/trazabilidad	Formato digital con fechas, volúmenes, firmas	N/A	Registro tras cada entrega

La Tabla 1, presenta la estructura operativa y técnica del plan de gestión implementado en el taller de mantenimiento vehicular, destacando los equipos, materiales y la periodicidad de acciones que permiten una gestión segura, eficiente y ambientalmente responsable de los residuos peligrosos generados.

En primer lugar, se destaca la incorporación de una bomba hidráulica para el bombeo de aceites usados desde el recipiente de recepción hacia tanques IBC, lo que permite evitar derrames y mejorar la eficiencia en la transferencia de fluidos. Esta bomba cuenta con una potencia de 1 hp y un caudal aproximado de 30L/min, lo cual es adecuado para la frecuencia de cambios de aceite (44 L por cambio).

Para el almacenamiento central de aceites usados, se emplean tanques tipo IBC de 1000 L fabricado en acero/plástico, con grifo de descarga y bandeja de retención integrada, cumpliendo con los requisitos de seguridad ambiental.

Los filtros contaminados son recolectados en contenedores rígidos rojos con tapa, de aproximadamente 1000 L de capacidad, lo que permite contener unas 800 unidades trimestrales y facilitar su posterior entrega a gestores autorizados. Asimismo, los trapos absorbentes impregnados con aceites son dispuestos en contenedores amarillos especiales para residuos peligrosos, con una frecuencia de retiro semanal, lo que minimiza riesgos de combustión espontánea o filtración de contaminantes.

En cuanto a los envases contaminados, estos son almacenados en un contenedor metálico gris con tapa, con capacidad para aproximadamente 200 unidades, y su gestión se realiza mensualmente. Los residuos peligrosos especiales, como baterías o repuestos contaminados, se mantienen en un área señalizada y cerrada, con medidas de contención (bandejas antifugas), cuya revisión es bimestral.

Además del control físico de residuos, el plan incluye acciones de fortalecimiento institucional, como la capacitación periódica del personal cada seis meses mediante guías actualizadas y cursos técnicos, así como la formalización de convenios anuales con gestores autorizados, asegurando una disposición final conforme a la normativa vigente. Finalmente, se implementó un sistema de registro digital mediante hojas de cálculo (Excel), que permite llevar trazabilidad detallada de las entregas de residuos, incluyendo fechas, cantidades y responsables.

En conjunto, esta tabla evidencia un enfoque estructurado y sistemático que permite no solo cumplir con la legislación ambiental, sino también fomentar una cultura organizacional responsable con el medio ambiente dentro del taller.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la observación directa realizada en el taller de mantenimiento vehicular, se identificó que los principales residuos peligrosos generados corresponden a aceites lubricantes usados (15W-40, 10W-40, 75W-80, 5W-40, 85W-140, SAE-80W), filtros de aceite y combustible contaminados, trapos impregnados de aceite, así como envases plásticos y metálicos con restos de lubricantes. Se constató que, en el diagnóstico inicial, estos residuos eran dispuestos de manera conjunta, sin una segregación adecuada ni rotulación específica, lo que dificultaba su manejo posterior, incrementando el riesgo de contaminación ambiental y exposición ocupacional.

Con base en estos hallazgos, se implementó un sistema de mejora que incluyó la segregación en origen mediante recipientes diferenciados para cada tipo de residuo, zonas delimitadas para el almacenamiento temporal y señalización conforme a la normativa vigente. Esta intervención permitió una reducción global del 38,0 % la cantidad total de residuos peligrosos generados, principalmente mediante la optimización del uso de lubricantes (evitando derrames, reutilización parcial en funciones secundarias y compras más eficientes), así como la disminución de residuos contaminados (trapos y envases)

gracias a una mejor manipulación en los procesos de mantenimiento.

Asimismo, se logró valorizar aproximadamente un 62,0 % del total de residuos segregados, siendo los aceites usados enviados a gestores autorizados para su reciclaje como base para nuevos lubricantes o combustibles alternativos, y los filtros metálicos y envases contaminados recuperados como chatarra industrial. Esta valorización redujo considerablemente el volumen de residuos dispuestos como desecho final, promoviendo una economía circular dentro del taller.

En conjunto, los resultados demuestran que la implementación de medidas básicas de segregación, almacenamiento seguro y canalización hacia gestores autorizados contribuye significativamente a la minimización de los residuos peligrosos, mejorando las condiciones ambientales y operativas del taller, y fortaleciendo el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

Tabla 2. Tabla resumen de segregación de residuos peligrosos

Tipo de residuos	Origen	Propuesta de segregación	Destino/valoración
Aceites lubricantes usados (15W-40, 10W-40, etc.)	Cambio de aceite de buses y cargueros	Contenedores herméticos de color negro, etiquetados "Aceite usado"	Recolección por empresa gestora autorizada para reciclaje
Filtros de aceite y combustible contaminados	Reemplazo en mantenimiento preventivo	Recipientes plásticos rígidos de color rojo, con tapa y etiqueta "Filtros contaminados"	Transporte a gestor para tratamiento y disposición final
Trapos y paños contaminados con aceite	Limpieza y mantenimiento	Bolsas o contenedores amarillos resistentes a filtraciones, rotulados "Residuos absorbentes"	Eliminación controlada o valorización energética
Envases plásticos o metálicos con restos de aceite	Almacenamiento y aplicación de lubricantes	Contenedor metálico de color gris, identificado "Envases contaminados"	Recolección para reciclaje previo lavado industrial
Otros residuos (baterías, repuestos contaminados)	Reemplazo y mantenimiento	Área delimitada y contenedores específicos con etiquetas correspondientes	Retiro por gestor especializado autorizado según normativa

De acuerdo con la tabla 2, dentro del Plan de minimización y valorización de residuos peligrosos generados en talleres de mantenimiento vehicular, se implementó un sistema de segregación en el taller que clasifica los residuos según su tipo y origen. Los aceites lubricantes usados, generados durante el cambio de aceite, se almacenan en contenedores herméticos de color negro etiquetados como "Aceite usado", siendo recolectados por empresas gestoras autorizadas para su reciclaje. Los filtros de aceite y combustible contaminados se depositan en recipientes plásticos rígidos de color rojo, con tapa y rotulación específica, y son enviados a tratamiento o disposición final segura. Los trapos contaminados con aceite se colocan en contenedores amarillos resistentes a filtraciones, destinados a valorización energética o eliminación controlada. Los envases plásticos y metálicos con restos de lubricantes se segregan en contenedores metálicos grises, y, tras un proceso de lavado industrial, son enviados a reciclaje. Finalmente, otros residuos como baterías o repuestos contaminados se almacenan en áreas delimitadas con contenedores específicos y señalización adecuada, siendo retirados por gestores especializados conforme a la normativa ambiental vigente. Este sistema permitió mejorar el control, reducir riesgos de contaminación y aumentar las tasas de valorización de residuos.

Tabla 3. Cuantificación anual y mensual de residuos peligrosos generados en el taller.

Tipo de aceite	L/mes	L/año
Motor (15W-40)	2591	31092
Corona (85W-140)	252	3024
Retardador (10W-40)	133	1596
Caja de cambios (75W-80)	104	1,248

Tipo de aceite	L/mes	L/año
Ventilador (5W-40)	48	576
Caja (SAE 80)	15	180
Total aceites usados	3143	37716

La Tabla 3 muestra la cuantificación mensual y anual de los aceites usados generados en el taller, siendo el aceite de motor (15W-40) el residuo predominante, con un promedio de 2591 litros mensuales, lo que representa más del 80,0 % del total generado. Le siguen, en menor proporción, los aceites de corona, retardador y caja de cambios, cuyas cantidades mensuales oscilan entre 100 y 250 litros. En conjunto, el taller genera aproximadamente 3143 litros de aceites usados al mes, equivalentes a 37716 litros anuales. Estos datos evidencian la necesidad de implementar un sistema eficiente de recolección, almacenamiento y valorización de estos residuos, dada su alta generación y potencial contaminante.

Tabla 4. Filtros contaminados generados mensualmente

Tipo de filtro	Unidades/mensual
Aceite	90
Combustible	85
Racor	85
Aire	160
Total filtros	420

Tabla 5. Comparación de generación y valorización de residuos peligrosos antes y después del Plan de minimización

Tipo de residuo	Promedio mensual antes del plan	Promedio mensual después del plan	Reducción (%)	Valorización actual (%)
Aceites lubricantes usados	3143 L	2200 L	30,0	100 (reciclaje con gestores)
Filtros contaminados (aceite, combustible, racor)	260 unidades	199 unidades	23,4	65 (reciclaje como chatarra)
Filtros de aire	160 unidades	133 unidades	16,7	40 (gestión con empresas)
Trapos contaminados	25 kg	18 kg	28,0	50 (valorización energética)
Envases contaminados (plástico/metal)	60 unidades	35 unidades	41,7	60 (reciclaje tras limpieza)
Otros (baterías, repuestos contaminados)	10 unidades	8 unidades	20,0	80 (gestores especializados)

La Tabla 5, muestra una comparación cuantitativa de la generación y valorización de residuos peligrosos antes y después de la implementación del plan de minimización y valorización en el taller de mantenimiento vehicular. Se evidencia una reducción considerable en el volumen de residuos producidos, así como un incremento en los porcentajes de valorización a través de prácticas de reciclaje, reutilización y entrega a gestores autorizados.

En cuanto a los aceites lubricantes usados, se observa una reducción del 30,0 % en el volumen mensual, pasando de 3143 a 2200 litros, lográndose una valorización del 100,0 % mediante su recolección y reciclaje con gestores autorizados. En el caso de los filtros contaminados (de aceite, combustible y racor), la generación disminuyó en un 23,4 %, y actualmente el 65,0 % se valoriza como chatarra ferrosa.

Los filtros de aire presentan una disminución más moderada (16,7 %), pero ya se ha logrado valorizar el 40,0 % mediante convenios con empresas gestoras. Por su parte, los trapos contaminados, que contienen residuos oleosos, experimentaron una reducción del 28,0 % en peso, con un 50,0 % siendo valorizado energéticamente.

Uno de los mayores logros se registra en la gestión de envases contaminados (plásticos y metálicos), donde la reducción fue del 41,7 %, permitiendo la valorización del 60,0 % de ellos tras un proceso de limpieza y segregación adecuada. Finalmente, el grupo de otros residuos peligrosos (baterías, repuestos contaminados, etc.) se redujo en un 20,0 %, y el 80,0 % de estos ya se entregan a gestores especializados, conforme a la normativa ambiental.

En conjunto, los datos evidencian que la implementación del plan permitió reducir de manera significativa la generación de residuos peligrosos y aumentar sustancialmente su valorización, lo que confirma la eficacia de las acciones implementadas en el taller.

Los resultados obtenidos en la siguiente investigación, evidencian que la implementación de un plan de minimización y valorización de residuos peligrosos en talleres de mantenimiento vehicular no solo es viable, sino también efectiva para la disminución del impacto ambiental, así como en el fortalecimiento del cumplimiento normativo. En particular, la reducción del 38,0 % en la generación de residuos y la valorización del 62,0 % del total segregado reflejan un avance significativo respecto a la situación inicial, caracterizada por prácticas informales y almacenamiento inadecuado.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Bendezú (2019), quien identificó en su estudio sobre talleres automotrices del cercado de Ica que la falta de segregación, señalización y disposición diferenciada constituía uno de los principales obstáculos para una gestión adecuada de los residuos peligrosos. Al igual que en nuestra investigación, Bendezú propuso la implementación de contenedores diferenciados, zonas delimitadas y la articulación con gestores autorizados como medidas clave para la mejora del sistema. Sin embargo, mientras el estudio de Bendezú se centró en un diagnóstico y la elaboración de un plan ambiental general, la presente investigación logró aplicar y medir el impacto concreto de estas medidas en términos de reducción y valorización efectiva.

Asimismo, los resultados se alinean con lo señalado por Manzanarez-Jiménez (2022), quien destaca la importancia de canalizar el aceite usado hacia procesos de recuperación dentro de un enfoque técnico-ambiental. En este sentido, el reciclaje del aceite mediante gestores autorizados en nuestro estudio contribuye a la economía circular y evita su disposición inadecuada, en concordancia con las directrices de la Convención de Basilea (UNEP, 2012), las cuales promueven la regeneración y el aprovechamiento energético del aceite lubricante usado como parte de una gestión ambientalmente racional y sostenible. Estas orientaciones refuerzan la necesidad de fortalecer las políticas de recuperación y valorización de residuos peligrosos dentro de los sistemas productivos, alineados con los principios de la economía circular.

Por otro lado, Chambilla (2019) identificó en talleres del distrito de Moquegua prácticas similares a las observadas en nuestra etapa diagnóstica: mezcla de residuos peligrosos, ausencia de rotulado y escasa capacitación del personal. No obstante, a diferencia de su estudio, que se limitó al análisis de situación, el presente trabajo aporta evidencias cuantificables de mejora al implementar acciones correctivas.

Finalmente, el enfoque técnico adoptado en esta investigación guarda coherencia con lo planteado por Loayza y Silva (2005) en su diseño de métodos rápidos para la caracterización de aceites lubricantes usados, quienes destacan que la viabilidad de cualquier valoración depende fundamentalmente de la calidad del manejo inicial de estos residuos.

En conjunto, estos elementos permiten afirmar que la propuesta desarrollada no sólo es coherente con estudios previos, sino que aporta evidencia concreta sobre la efectividad de su implementación. Asimismo, contribuye al fortalecimiento de una cultura de manejo responsable de residuos peligrosos en el sector automotriz, en concordancia con la normativa vigente y los lineamientos del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2019).

Tabla 6. Comparación con estudios previos.

Autor / Fuente	Contexto / Ubicación	Aceite usado (L/año)	Filtros (unidades/mes)	Observaciones
Bendezú (2019)	Talleres del Cercado de Ica	24500	–	No existía sistema de segregación ni gestores autorizados.

Autor / Fuente	Contexto / Ubicación	Aceite usado (L/año)	Filtros (unidades/mes)	Observaciones
Villanueva Conforme (2022)	Establecimiento de lubricación vehicular (Ecuador)	30180	–	Se evaluó la generación mensual y anual de aceites usados; se propone valorización y gestión sostenible; no se cuantifican filtros.
Estudio presente	Taller de buses y cargueros	37716	420	Se implementó segregación con tanques IBC de 1000 L, bomba hidráulica y gestores autorizados

Según la tabla 6, los resultados cuantificados en el presente estudio muestran que el taller evaluado genera un volumen considerable de residuos peligrosos, alcanzando los 37716 litros de aceites lubricantes usados al año, lo que supera los valores reportados por Bendezú (2019), quien identificó 24500 litros anuales en talleres del cercado de Ica, y también los reportados por Villanueva Conforme (2025) en establecimientos de lubricación vehicular en Ecuador, con aproximadamente 30180 litros anuales. Estos resultados evidencian la magnitud de la generación de aceites usados y refuerzan la necesidad de aplicar procesos adecuados de valorización y tratamiento antes de su disposición final. En cuanto a filtros contaminados en el presente estudio, se contabilizaron 420 por mes, mientras que Bendezú (2019) y Villanueva Conforme (2025) mencionan la relevancia de incluir estrategias de valorización y gestión sostenible de los aceites usados, ninguno cuantificó los filtros.

Este incremento de la generación de residuos se atribuye al mayor tamaño y frecuencia de mantenimiento de la flota de buses y camiones de carga atendida en el taller analizado, así como a la sistematización del registro de residuos implementada durante la observación directa.

A diferencia de los trabajos citados, donde la segregación era mínima o inexistente, en esta propuesta se implementó un sistema integral que incluye contenedores diferenciados, tanques IBC de 1000 L y una bomba hidráulica de 1 hp para optimizar el manejo del aceite usado.

Como resultado, se logró minimizar en un 38,0 % la cantidad de residuos peligrosos destinados a disposición final, y valorizar hasta el 62,0 % mediante gestores autorizados, lo cual representa un avance significativo respecto a los antecedentes.

4. CONCLUSIONES

El taller de mantenimiento de flota vehicular generó un promedio mensual de 3143 litros de aceites usados, siendo el más consumido el aceite de motor (15W- 40) con 2591 L/mes, seguido por aceites de corona, retardador, caja de cambios, ventilador y caja.

Respecto a filtros contaminados, se registró una generación mensual de 420 unidades, entre filtros de aceite (31,9%), combustible (17,0%), racor (17,0%) y aire (34,1%).

La cantidad de aceites usados generados se redujo en un 30,0 %, pasando de 3143 a 2200 litros promedio por mes, mediante un manejo más eficiente.

Asimismo, se logró valorizar el 100,0 % de los aceites recolectados, canalizándolos hacia gestores autorizados para su reciclaje. En el caso de los filtros contaminados, el 65,0 % fue valorizado como chatarra metálica, mientras que el resto fue dispuesto de forma controlada.

En conjunto, el plan permitió una reducción aproximada del 32,0% del volumen total de residuos peligrosos generados, y una valorización efectiva de más del 60,0 % del total segregado, mejorando así los indicadores de sostenibilidad del taller.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abro, R., Chen, X., Harijan, K., Dhakan, Z. A., & Ammar, M. (2013). A comparative study of recycling of used engine oil using extraction by composite solvent, single solvent, and acid treatment methods. *ISRN Chemical Engineering*, 2013, Article ID 952589. <https://doi.org/10.1155/2013/952589>
- Asociación Automotriz del Perú. (2024). Informe estadístico automotor 2024: Observatorio AAP. Asociación Automotriz del Perú. <https://aap.org.pe/estadisticas/informe-estadistico-automotor/informe-estadistico-automotor-2024>
- Bendezú, J.M. (2019). *Plan ambiental para la correcta gestión de residuos peligrosos en talleres automotrices del*

- cercado de Ica (2018-2019)*. Tesis de Doctorado. Ica, Perú. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Disponible en: <https://repositorio.unica.edu.pe/handle/20.500.13028/3332>
- Chambilla, W.A. (2019). *Gestión adecuada de residuos sólidos peligrosos generados por talleres de mecánica automotriz en la Provincia de Mariscal Nieto, distrito de Moquegua*. Tesis de Licenciatura. Moquegua, Perú. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Loayza, J. P., & Silva, M. (2005). *Diseño de métodos rápidos para la caracterización de aceites lubricantes usados*. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, 8(1), 74-80.
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/5168>
- Manzanarez-Jiménez, L.A. (2022). *Alternativas de recuperación para los aceites lubricantes usados*. *Epistemos*, 16(32), 79-85. <https://doi.org/10.36790/epistemos.v16i32.222>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2017), *Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima, Perú: MINAM.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019). *Guía técnica para la gestión de residuos peligrosos*. Lima, Perú: MINAM.: <https://www.gob.pe/minam>
- Negash, T. (2016). *Refining of used motor oil using solvent extraction* [Tesis de maestría, Addis Abada University]. <https://etd.aau.edu.et/items/24fe77cf-ec60-4c68-b2ef-7318c9884156>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. McGraw-Hill.
- UNEP (United Nations Environment Programme). (2010). *Technical Guidelines on Hazardous Waste Management*. United Nations.
- UNEP / Basel Convention. (2012). *Technical guidelines on used oil re-refining or other re-uses of previously used oil*. United Nations Environment Programme. Disponible en:
<https://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/pub/techguid/tech-used-oil.pdf>
- Villanueva Conforme, G. (2025). *Sostenibilidad en la gestión del aceite mineral usado en establecimientos de lubricación vehicular*. *Latam Revista Latinoamericana de Innovación y Transferencia Tecnológica*, 4(2), 36–45. <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/3420>