



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Efecto de una estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima, 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Vega Gomez, Joseph (orcid.org/0009-0008-5671-2599)

Velarde Guerra, Georgina Milagro (orcid.org/0009-0004-2383-1306)

ASESOR:

Mg. Montalvo Morales, Kenny Rubén (orcid.org/0000-0003-4403-4360)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A nuestros padres que nos han dado la existencia; y en ella la capacidad para superarnos, a nuestro asesor y amigos; que en el andar de la vida nos hemos encontrado, porque cada uno de ustedes nos han motivado para poder conseguir nuestros sueños. Gracias a todos los que han recorrido este camino con nosotros, porque nos han enseñado a ser más humanos.

AGRADECIMIENTO

La Investigación principalmente lo dedicamos a Dios, por ser la fuente de inspiración y brindarnos la fuerza para continuar con este camino en conseguir uno de nuestros anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor incondicional, sacrificio y amor en todos estos años, gracias a ustedes hemos podido llegar hasta dónde estamos y convertirnos en las personas que hoy somos. Ha sido un privilegio y orgullo poder ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestros hermanos, amigos, familiares y demás personas por estar siempre latentes, aconsejándonos, acompañándonos y brindándonos el apoyo moral a lo largo de esta etapa de nuestra vida.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MONTALVO MORALES KENNY RUBEN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Efecto de una estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari service S.A.C en Lima, 2023.", cuyos autores son VEGA GOMEZ JOSEPH, VELARDE GUERRA GEORGINA MILAGRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 03 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MONTALVO MORALES KENNY RUBEN DNI: 43713929 ORCID: 0000-0003-4403-4360	Firmado electrónicamente por: KRMONTALVO el 17- 04-2024 15:42:19

Código documento Trilce: TRI - 0741524



DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, VEGA GOMEZ JOSEPH, VELARDE GUERRA GEORGINA MILAGRO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Efecto de una estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari service S.A.C en Lima, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JOSEPH VEGA GOMEZ DNI: 47516310 ORCID: 0009-0008-5671-2599	Firmado electrónicamente por: VVEGAGO el 03-04- 2024 08:39:41
GEORGINA MILAGRO VELARDE GUERRA DNI: 77690906 ORCID: 0009-0004-2383-1306	Firmado electrónicamente por: GEORGINAV el 03-04- 2024 11:10:21

Código documento Trilce: TRI - 0741523

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	13
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN.....	33
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
REFERENCIAS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de residuos según valorización	7
Tabla 2. Características de los residuos peligrosos.....	7
Tabla 3. Beneficios de la economía circular.....	10
Tabla 4 Clasificación de los indicadores propuestos por la Comisión Europea para medir el desarrollo de la EC.	11
Tabla 5. Composición de residuos peligrosos por mes en kg	16
Tabla 6. Composición de residuos peligrosos por área	21
Tabla 7. Estrategias para la gestión de los residuos sólidos generados en la empresa Wari Service S.A.C en Lima.	27
Tabla 8. Evaluación de la estrategia de economía circular en la empresa Wari Service S.A.C, Lima.	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagramas de los modelos económicos de residuos.....	9
Figura 2. Generación de trapos industriales por mes	17
Figura 3. Generación de paños adsorbentes por mes.....	17
Figura 4. Generación de trajes Tivek por mes.....	18
Figura 5. Generación de tierra contaminada por mes	18
Figura 6. Generación de aceite de vehículos por mes	19
Figura 7. Generación de grasa usada por mes	19
Figura 8. Generación de salchichas absorbentes por mes	20
Figura 9. Generación de filtros de desuso por mes	20
Figura 10. Generación de llantas por mes.....	21
Figura 11. Generación de trapos industriales por área.....	22
Figura 12. Generación de paños adsorbentes por área	23
Figura 13. Generación de trajes Tivek por área	23
Figura 14. Generación de tierra contaminada por área.....	24
Figura 15. Generación de aceite de vehículos por área.....	24
Figura 16. Generación de grasa usada por área.....	25
Figura 17. Generación de salchichas absorbentes por área.....	25
Figura 18. Generación de filtros de desuso por área.....	26
Figura 19. Generación de llantas por área.....	26

RESUMEN

La presente investigación se centra en evaluar el efecto de la estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima; la metodología del estudio fue de tipo básica, de diseño no experimental, se aplicó como técnica la observación para efectuar el diagnóstico de los residuos sólidos peligrosos para luego realizar un diseño de estrategias para luego capacitar y culminar con la aplicación de una lista de chequeo para verificar el manejo de residuos sólidos. Los resultados fueron que la empresa Wari Service S.A.C, generan altos índices de contaminación suponiendo un grave peligro para los ecosistemas, poniendo en riesgo la salud de la población que vive a los alrededores de la empresa, todos estos residuos se generaron durante los meses de abril hasta agosto del año 2023; respecto a las estrategias que se propuso se encuentran la reutilización, reciclaje, biorremediación para un buen manejo de residuos peligrosos lo que implica una mejor gestión en relación al manejo de residuos peligroso Se concluye que las estrategias de economía circular permitirán mejorar la gestión de los residuos sólidos en la empresa Wari Service S.A.C, Lima.

Palabras claves: residuos peligrosos, economía circular, gestión de residuos sólidos.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of the circular economy strategy to improve the management of hazardous waste in the company Wari Service S.A.C in Lima; the methodology of the study was basic, non-experimental design, the sample consisted of the amount of waste generated in the aforementioned company, observation was used as a technique and the instrument used was the registration of the generation of hazardous solid waste and a hazardous waste management checklist. The results were that the company Wari Service S.A.C, Lima generates: industrial rags=14.176 kg; absorbent cloths=14.403kg; Tivek suits=24.012; contaminated soil=278.212 kg; vehicle oil=15.063kg; used grease=111.57kg; absorbent sausages=7.735 kg; disused filters= 74 kg; tires=700 kg; likewise in the maintenance, operations and volcano project areas waste is generated 1046. 443 kg, 77.8 kg and 111.112 kg respectively in each area; all this waste was generated during the months of April to August 2023. With respect to the strategies proposed are reuse, recycling, bioremediation for good management of hazardous waste. It is concluded that the circular economy strategies will improve solid waste management at Wari Service S.A.C., Lima.

Keywords: hazardous waste, circular economy, solid waste management

I. INTRODUCCIÓN

La generación diaria de desechos peligrosos en muchas partes del mundo plantea tremendas amenazas para el ecosistema general, los animales y los seres humanos. El aumento de la generación de residuos puede estar estrictamente vinculado al aumento de la población mundial, lo que conduce a un rápido impulso de las actividades industriales cada año se generan en todo el mundo alrededor de 400 millones de toneladas de residuos peligrosos, lo que se estima en unos 60 kg por cada individuo en el mundo (Akpan y Olukanni 2020).

Las actividades que más contribuyeron a la contaminación del suelo y las aguas subterráneas en 2011 fueron la eliminación de residuos, los vertederos, el vertido de basuras y el vertido de residuos procedentes del vertedero, según los datos presentados por 33 países, incluidos los desechos municipales e industriales que impactaron en alrededor del 38% de los sitios, de los cuales en India, Indonesia y Filipinas se identificaron 373 sitios de desechos peligrosos, donde aproximadamente 9 millones de personas se encontraban en un riesgo directo y 43 millones de personas estimadas en riesgo indirecto (Fazzo *et al.*, 2017).

Según el Informe Anual del Ministerio de Ecología y Medio Ambiente sobre las Estadísticas Ecológicas y Ambientales de China mostró que en el 2020, la generación nacional de desechos industriales peligrosos comprendió 72 818 000 toneladas y la utilización y eliminación comprendió 76 305 000 toneladas, donde se destacó que las industrias de procesamiento de petróleo, carbón y otros combustibles representaron el 12,8% de generación de residuos industriales peligrosos (Wang *et al.*, 2023).

De acuerdo a informes realizados en América Latina, en Colombia se producen 600.000 toneladas de basura peligrosa al año. La mayor parte de estos residuos sólidos están compuestos por aceites lubricantes utilizados en el transporte de combustibles, combinaciones de residuos y emulsiones de residuos de aceites o hidrocarburos, y residuos con riesgos biológicos infecciosos (Urrego *et al.* 2022). Sin embargo, no hay pruebas de que en Perú existan datos estadísticos sobre la producción de residuos industriales peligrosos.

Debido a este vacío de conocimiento, es crucial investigar cómo la economía circular puede apoyar el desarrollo sostenible para una mejor gestión de los residuos peligrosos (Negrete *et al.* 2022). En consecuencia, la economía circular pretende garantizar que los residuos peligrosos se utilicen de forma sostenible para reducir los niveles de contaminación y, lo que es más importante, crear un equilibrio ecológico en el medio ambiente (Ordoñez *et al.* 2019).

Para establecer una buena gestión de residuos sólidos peligrosos, es necesario establecer estrategias que permitan un aprovechamiento sostenible de los mismos (Wang *et al.* 2023). Sin embargo, se exponen problemas de contaminación debido a que las sustancias peligrosas en los residuos que realmente deberían eliminarse pueden permanecer como sustancias heredadas cuando se distribuyen (Johansson y Krook 2021). Por lo tanto una buena estrategia de economía resulta ser la mejor alternativa para el aprovechamiento sostenible de este tipo de residuos (Zeng *et al.* 2022).

Frente a la problemática se plantea el problema general ¿Cuál es el efecto de una estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima?, para lo cual se establecieron como problemas específicos PE1: ¿Cuáles son los residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima? PE2: ¿Cuáles son los procesos que generan residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima? PE3: ¿Cuáles son las estrategias para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima?

El motivo que induce a realizar el estudio, se justifica porque permitirá comprender como una estrategia de economía circular en la empresa Wari Service S.A.C; conlleva a un reaprovechamiento sostenible de los residuos sólidos peligrosos como: Paños adsorbentes, trajes tivatek, tierra contaminada, aceite de vehículos, grasa usada, salchichas absorbentes, filtros de desuso, llantas y de manera reducir los altos niveles de contaminación por este tipo de residuos peligrosos, es por ello que una estrategia generará ventajas ambientales, ahorros energéticos y reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero (Zeng *et al.* 2022).

De esta manera, la economía circular pretende garantizar que los materiales no tengan efectos negativos sobre el medio ambiente o la salud humana, además de minimizar la cantidad de residuos producidos por las operaciones industriales y utilizarlos de forma eficiente en los procesos de producción. Así pues, la creación de una economía circular sostenible depende en gran medida del marco jurídico para el control químico de los flujos de materiales (Alaranta y Turunen, 2021).

En este sentido, el objetivo general de la investigación será evaluar el efecto de la estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima; lo cual se sustenta bajo los siguientes objetivos específicos OE1: Identificar los residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima, OE2: Determinar los procesos que generan residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima y OE3: Diseñar estrategias para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima.

II. MARCO TEÓRICO

Se dispone de pruebas internacionales de varias iniciativas de investigación centradas en la aplicación de ideas de economía circular para mejorar la gestión de los residuos peligrosos:

Waly *et al.* (2023) tuvieron como objetivo proponer una estrategia de economía circular utilizando desechos industriales como materiales de filtración para sistemas de humedales construidos. En la metodología se utilizaron medios filtrantes como agregados, carbones activados, plástico y llantas trituradas. Los estudios demostraron que todos los sistemas fueron efectivos en la eliminación de contaminantes del agua producida, con las eficiencias de eliminación más altas registradas de 94,8 % en sólidos suspendidos totales, 33,7 % en sólidos disueltos totales, 90,2 % de aceite y grasa, 98,4 % de hidrocarburos de petróleo totales. En conclusión, se muestra el potencial de aplicaciones de plástico y llantas trituradas, así como la posibilidad de reutilizar el efluente tratado en agricultura y riego.

Deviatkin *et al.* (2022) tuvieron como objetivo evaluar la implementación de estrategias de economía circular en la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), considerando a seis empresas industriales que fabrican productos electrónicos. Los resultados indicaron que solo el 25 % de los ejemplos utilizaban realmente los conceptos de la economía circular; sin embargo, los métodos menos aplicables o incluso irrelevantes estaban relacionados con la aplicación de la inteligencia artificial y las tecnologías de la información. Se constató que, para completar los bucles y mejorar aún más la circularidad de los productos electrónicos, debería darse prioridad a la utilización de la basura como materia prima.

Chew *et al.* (2021) analizaron la reducción de materiales peligrosos y residuos de biomasa mediante pirólisis y copirólisis para la economía circular, incluyendo residuos de neumáticos, desechos plásticos y desechos de biomasa como materia prima para producir gas, carbón vegetal y aceite de pirólisis para la producción de energía. Entre los resultados, se encontró que la pirólisis de los neumáticos produce alrededor de 25-75% de petróleo, 26-49% de carbón, y 5-57% de gas, mientras que, los residuos plásticos pirolizados obtienen aceite líquido, carbón y gases en un 80,8%, 6,2% y 13% respectivamente. En conclusión, la

pirólisis reduce la eliminación de sustancias nocivas en el medio ambiente y sustituye la materia prima no renovable como los combustibles fósiles.

Gilardini (2019) en su objetivo analizó la adopción de la circularidad en los procesos de producción de la industria automovilística, así como la eliminación final de los vehículos terminados en una importante terminal de automoción. Entre los resultados, se identificó que las autopartes usadas pueden ser comercializados a proveedores que realicen los servicios de desmantelamiento y reciclaje, por lo que, se concluyó que el modelo de economía circular es viable, teniendo en consideración el trabajo conjunto entre la empresa y sus proveedores, cuyo objetivo final es lograr un proceso de reciclaje, reutilización y la innovación una reducción de costos para la compañía, así como la preservación de los recursos naturales.

A nivel nacional, Montenegro y Santos (2023) determinaron cómo afectará la economía circular al modo de vida de los habitantes de Lonya Grande. Se utilizaron encuestas para recopilar datos y los resultados mostraron que la economía circular tiene un impacto positivo significativo en el nivel de vida de la población, ya que anima a la gente a reciclar, renovar o reutilizar los residuos que antes se quemaban o desechaban debido a la ignorancia de la población. En resumen, se demuestra lo cruciales que son la estabilidad y el nivel de la economía circular para preservar una alta calidad de vida.

Paico (2022) tuvo como objetivo implementar estrategias para la sensibilización de la economía circular, considerando como caso de estudio a un grupo de trabajadores de una empresa industrial. Los resultados revelaron que la empresa está al descubierto a los peligros y al mismo tiempo no tiene información del tema, en cualquier caso, se realizan algunas actividades críticas que favorecen el espectáculo. De esta manera, se propone un acuerdo de ejercicios que acerquen a la empresa a la circularidad, dando razones para la reubicación demostración financiera, aprovechando las oportunidades existentes y siendo una empresa más competitiva.

Larrea (2022) tuvo como objetivo determinar la relación de la economía circular en la actividad industrial, Según los resultados del estudio, el 78,05% de las empresas examinadas tenían niveles bajos de gestión de la economía circular, frente al 14,63% con niveles medios y el 7,55% con niveles altos. Esto indica que

la mayoría de las empresas no reciclan la basura ni se ocupan de los bienes en ruinas para utilizarlos con otros fines. En resumen, hay muchas posibilidades de que la economía circular se incluya en las operaciones industriales como herramienta para la gestión financiera y la toma de decisiones.

Alcázar y Sierra (2021) tuvieron como objetivo proponer lineamientos de acción para incentivar la economía circular mediante un análisis de caso de estudio. A través de los hallazgos, se adquirieron pruebas de una serie de iniciativas que promovieron con éxito un comportamiento respetuoso con el medio ambiente derivado del cuidado de las ciudades. Para crear una cultura que apoye las ideas de la economía circular, se determinó que los hábitos de los trabajadores y las empresas, así como los de los ciudadanos y los municipios, son cruciales para la gestión de los residuos domésticos.

El concepto de residuo se define como un material que se convierte en basura cuando es arrojado sin esperar ser recompensado por su valor intrínseco (Kanagamani *et al.* 2020). Esto sirve como base teórica inicial en relación con la variable de la gestión de residuos peligrosos. Además, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2019), la basura es una corriente de residuos sólidos, líquidos y gaseosos altamente contaminantes (Tinajeros, 2020).

El proceso de gestión descentralizada de residuos sólidos consiste en organizar, financiar y ejecutar programas de recolección, transporte, tratamiento y eliminación de residuos sólidos de manera social y ambientalmente aceptable. En cualquier punto del proceso, incumplir los criterios establecidos se considera mala gestión y acarrea graves consecuencias (Ziraba y Mberu 2016).

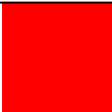
Por lo tanto, el manejo integral de desechos debe incorporar grados distintivos de evaluación y cooperación, como la parte básica de la comunidad, los trabajadores y los entornos locales, también debe conducir a la definición y realización de objetivos basados en la cadena jerárquica desde disminuir, reutilizar, reciclar e incluir una cuarta "R" para la recuperación. Después de utilizar esta técnica, la última opción sería la incineración y la disposición en rellenos sanitarios (Galvis 2019).

De esta manera, la jerarquía de residuos es la mejor manera de lograr una gestión sostenible de los residuos, donde la reducción y prevención de residuos se

colocan en la parte superior para mostrar que la mejor manera de tratar con los residuos es evitar su producción y, cuando esto no sea posible, producir menos. En el otro extremo, la eliminación se sitúa en la parte inferior porque debe ser el último recurso entre las estrategias de gestión de residuos (Adipah y Kwame, 2019).

Tabla 1.

Tipos de residuos según valorización

Potencial	Descripción	Color	Composición
Valorizables	Son esos desperdicios que se pueden dar a otro uso, ya sea aprovechando sus materiales o vitalidad contenida en ellos.		Vidrio
			Orgánico
			Papel y cartón
			Metales
			Plásticos
No valorizables	Son esos desperdicios que no pueden ser utilizados sus materiales y/o vitalidad contenida en ellos.		Residuos peligrosos
			Residuos generales

Nota. Tomado de Carvajal y Romero (2019).

Sin embargo, las industrias juegan un papel vital en el aspecto económico de la sociedad moderna y la producción de desechos peligrosos es un resultado inevitable de las actividades de desarrollo y la industrialización (Arbabi, Hemati y Amiri 2018). Estos materiales, a menudo presentan enormes desafíos logísticos para las organizaciones que necesitan deshacerse de ellas sin exponer a las poblaciones humanas y al medio ambiente a un riesgo indebido (Goldberg y Hong 2019).

Tabla 2.

Características de los residuos peligrosos

Característica	Detalle
Inflamabilidad	Residuo con punto de inflamación inferior a 60°C, prende fuego fácilmente y arde vigorosamente como un peligro; o es un gas comprimido inflamable o un comburente.

Corrosividad	Cualquier tipo de residuo líquido cuyo pH sea inferior o igual a 2 o superior o igual a 12,5.
Reactividad	Residuo inestable, reacciona violentamente con el agua y genera gases tóxicos cuando se expone al agua o materiales corrosivos, o explota cuando se expone al calor o a una llama.
Toxicidad	Residuo con condición tóxica determinada en una prueba de laboratorio certificado.

Nota. Adaptado de Kanagamani et al. (2020).

Existen ciertas formas de eliminación de residuos, destacando en primer lugar el relleno sanitario donde se entierran los desechos sin ninguna acción de recuperación. Otro método es la incineración donde se queman desechos y se convierten en calor, vapor, gas y ceniza reduciendo el volumen de residuos sólidos en un 80 a 95%. Es un método práctico de eliminación de ciertos residuos peligrosos pero afecta gravemente al ambiente a través de la emisión de gases contaminantes (Kohse, 2021).

Por otro lado, el reciclaje, que consiste en la recogida y reutilización de residuos como los recipientes vacíos de bebidas, papel y aluminio y por último, la reutilización se refiere al reprocesamiento biológico, como el compostaje y los métodos de digestión anaeróbica que descomponen principalmente materiales orgánicos (Antoniadou *et al.* 2021). Sin embargo, hay muchas preocupaciones por los posibles riesgos relacionados con la sustancia patógena, dependiendo de las formas de tratamiento utilizadas (Santacoloma *et al.* 2020).

Por lo tanto, la exposición a desechos peligrosos, especialmente hidrocarburos de desechos de petróleo, puede dañar la salud humana y la diversidad biológica. Durante la exploración y el procesamiento del petróleo crudo se genera una gran cantidad de desechos de petróleo junto con contaminantes orgánicos persistentes (Sattar *et al.* 2022). Además, puede acoplarse en el aire y causar alergias en la nariz y la garganta, vómitos y afectar significativamente los pulmones de los humanos y otros organismos vivos (Sattar *et al.* 2022).

Respecto a la variable de estrategia de economía circular, se define como un sistema que mantiene la valoración de los materiales dentro de la economía con

la mayor duración concebible y disminuye la producción de desperdicios (Morocho 2018). De esta manera, la economía circular desarrolla la economía sobre la base de la circulación, regeneración y utilización de materiales, que es un modelo de desarrollo económico sobre la base de los principios de reutilización, reducción y reciclado, asimismo, las características básicas de su producción son bajo consumo, baja emisión y alta eficiencia (Dong et al. 2022).

Figura 1.

Diagramas de los modelos económicos de residuos



Nota. Tomado de Waly, Mickovski y Thomson (2023).

Dado que se extraen recursos finitos para fabricar productos que normalmente no se utilizan en todo su potencial antes de ser desechados, la economía lineal de materiales y energía, que es un sistema derrochador y contaminante que ejerce presión sobre los ecosistemas, está siendo sustituida por la economía circular (Falappa et al. 2019). Según (González y Vargas (2017), la diferencia más notable entre ambos modelos es que desacoplan el agotamiento de los recursos al tiempo que alteran las cadenas de generación y los patrones de consumo.

La economía circular parece así una respuesta adecuada a este problema y presenta un camino atractivo, ya que crea desarrollo y valor de forma ventajosa para el medio ambiente, la sociedad, la empresa y los clientes. También se consigue prolongando la vida útil de los activos y reciclando los materiales utilizados en su creación, lo que reduce la necesidad de producción de residuos y materias primas y mejora la protección de la biodiversidad, la calidad del aire y la reducción de la contaminación del agua (Pacheco et al., 2023).

Así, los objetos tienen que ser reciclables cuando ya no se necesiten, reutilizables, reparables, mejorables y con una vida útil más larga, de modo que los materiales utilizados en su fabricación estén dentro del ciclo financiero durante el tiempo que sea concebible, y de modo que cuando terminaron derrochando pueden ser supervisados más eficazmente a través de la reutilización. Para llegar a esta conclusión, es además imperativo reducir la proximidad de las sustancias dañinas en sus materiales constituyentes (Amaya, 2019).

Tabla 3.

Beneficios de la economía circular

Tipo de beneficio	Detalle
Ambiental	Reducción de extracción de materiales y energía
	Uso de materia prima y fuentes de energía a partir de recursos renovables
	Reducción de residuos y emisiones
	Reusó de productos y materiales
	Fuentes de energía renovable y subproductos biodegradables
Económico	Reducción de costos de materia prima y energía
	Minimización de materiales escasos y costos
	Reducción de costos para cumplimiento de normatividad
	Valor diferenciado en mercados
	Ingresos por venta de subproductos
	Reducción de costos para el manejo de residuos y control de emisiones
Social	Atracción de nuevas fuentes de financiación
	Nuevos empleos por el desarrollo de nuevas actividades y modelos de negocio
	Fortalecimiento de tejido social por medio de colaboraciones e intercambios
	Fortalecimiento de capacidades por uso colectivo de productos y servicios

Patentes e innovación tecnológica

Nota. Tomado de Ramírez (2021).

Los principios de la economía circular según Malagón (2021), se relacionan con la preservación y mejora del capital natural mediante el control de los ahorros limitados y el ajuste de la corriente de activos renovables, con el potenciamiento del rendimiento de los activos a través de la difusión de artículos, componentes y materiales con maximización de su utilidad, asimismo, con la supresión de los elementos externos negativos del diseño, lo que apunta a la innovación en el ecodiseño de productos.

Tabla 4

Clasificación de los indicadores propuestos por la Comisión Europea para medir el desarrollo de la EC.

Indicador	Subindicador	Tipo de medida
1. Autosuficiencia de materias primas	Indicador no disponible	EC indirecta
2. Compras públicas verdes	Indicador no disponible	CE directo
3. Producción de desechos	Generación per cápita de desechos municipales	CE directo
	Generación de residuos por PIB	CE directo
	Generación de residuos por DMC	CE directo
4. Desperdicio de alimentos	Indicador no disponible	CE directo
5. Porcentajes de reciclaje	Porcentaje de reciclaje de desechos municipales	CE directo
	Porcentaje de reciclaje de la totalidad de desechos	CE directo
6. Reciclaje/recuperación	Porcentaje de reciclaje de los recipientes en general	CE directo

de flujos de desechos determinados	Porcentaje de reciclaje de residuos de envases por tipo	CE directo
	Porcentaje de reciclaje de desechos maderables	CE directo
	Porcentaje de reciclaje de desechos electrónicos	CE directo
	Reciclaje de biorresiduos	CE directo
	Porcentaje recuperado de residuos constructivos	CE directo
7. Intervención de los elementos reciclados a la demanda de materias primas	Porcentajes de entrada	CE directo
	Porcentaje de uso circular	CE directo
8. Comercialización de elementos reciclados	Importaciones de otros países	EC indirecta
	Exportaciones a otros países	EC indirecta
9. Inversiones privadas, empleos y valor agregado bruto	Inversión bruta en bienes tangibles	EC indirecta
	Cantidad de personal empleado	EC indirecta
	Valor adherido a los costos	EC indirecta
10. Licencias relacionadas con la reutilización y materias primas auxiliares	Patentes de reciclaje y materiales secundarios	EC indirecta

Nota. Tomado de Moraga et al., (2019).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

En cuanto a la metodología de investigación, el estudio se categorizó como investigación básica ya que su objetivo principal era ampliar la comprensión de una realidad concreta mediante la obtención metódica de nuevos conocimientos (Álvarez, 2020). En consecuencia, el estudio desarrolló estrategias de economía circular con el objetivo de aprovechar de manera rentable los residuos sólidos producidos por Wari Service S.A.C., Lima.

En cuanto al diseño de la investigación, el estudio fue no experimental, el cual se distingue porque las variables de estudio son analizadas en su ambiente natural sin ser expuestas a ningún tipo de estímulo (Arias y Covinos, 2021). Así, se diseñó un plan de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en Wari Service S.A.C. de Lima.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Estrategia de economía circular

Dimensiones:

Fase de planificación y diseño

Indicadores: Generación de residuos peligrosos, Identificación de residuos peligrosos, Categorización de residuos peligrosos

Variable dependiente: Gestión de residuos peligrosos

Evaluación de la estrategia de economía circular

Indicadores: Evaluación de la Implementación de contenedores de RR. SS, Evaluación de la Implementación de Kit antiderrames, evaluación del tratamiento de los residuos generados en la empresa Wari Service S.A.C

(Ver anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo

- **Población:**

La población estuvo conformada por todos los residuos sólidos peligrosos generados en la empresa Wari Service S.A.C

- **Muestra:**

La muestra estará conformada por todos los residuos sólidos generados en la empresa Wari Service S.A.C-Lima durante el periodo de abril hasta agosto del año 2023.

- **Muestreo:**

Respecto al muestreo que se aplicó al presente estudio fue un muestreo no probabilístico por conveniencia el cual se elige de acuerdo a criterio del investigador, permitiendo de una manera arbitraria la muestra adecuada para una determinada población que será sujeto de estudio(Hernández, 2021).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica

- **La observación**

Según Arias y Covinos (2021), se distingue por la observación por parte del investigador del fenómeno u objeto de estudio en su estado natural. Por ello, en la presente investigación se aplicó este método para determinar el estado actual de los residuos sólidos peligrosos generados en la empresa Wari Service S.A.C., Lima.

3.4.2 Instrumentos.

- **Ficha de recolección de datos**

La ficha de recolección de datos sirvió de instrumento para el presente estudio, ya que permitió recabar información teniendo en cuenta todos los objetivos establecidos. En consecuencia, los formularios se crearon y diseñaron teniendo en cuenta la información que se pretendía recoger para el estudio; en otras palabras, no se construyó un formulario de recogida de datos utilizando un modelo estable, sino teniendo en cuenta los criterios del investigador (Arias y Covinos 2021) (Ver anexo 2) y (Ver anexo 3).

3.5. Procedimientos

Paso 1:

Para realizar el diagnóstico de la empresa Wari Service S.A.C, se aplicó una ficha de recolección de datos (**Anexo 2**) este instrumento permitió conocer la situación actual de los residuos sólidos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C.

Paso 2:

El análisis de los residuos sólidos producidos por Wari Service S.A.C. se tuvo en cuenta a la hora de diseñar los planes de economía circular. Sobre esta base, se elaboraron planes de economía circular y se impartió formación a los empleados de la empresa para aumentar sus conocimientos sobre la gestión de residuos sólidos peligrosos y reducir los niveles de contaminación dentro de la organización.

Paso 3:

Luego de la capacitación a los empleados, se aplicó una lista de verificación de manejo de residuos peligrosos (Anexo 3), que permitió verificar si los residuos sólidos peligrosos generados en Wari Service S.A.C. están siendo manejados correctamente en cuanto a las fases de clasificación, almacenamiento, transporte y disposición final.

3.6. Método de análisis de datos

Para evaluar el fenómeno a partir de los resultados obtenidos, en este caso los datos se analizaron cualitativa y cuantitativamente. Para ello, se procesó la información y se crearon tablas y gráficos para cada indicador en relación con las variables de estudio.

3.7. Aspectos éticos

Las consideraciones éticas de la investigación estuvieron referidas a la confiabilidad y viabilidad de los datos, que no presentan alteraciones, por lo que, reflejan la honestidad del investigador, asimismo, las fuentes bibliográficas consultadas en el desarrollo del estudio serán citados correctamente mediante el estilo ISO 690, respetando la autoría con la finalidad de evitar escenarios de plagio.

IV. RESULTADOS

4.1. Identificar los residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima

Los residuos peligrosos identificados como trapos industriales, paños adsorbentes, trajes Tyvek, tierra contaminada, aceite de vehículos, grasa usada, salchichas absorbentes, filtros de desuso, llantas, los cuales fueron categorizados en base a la generación en kilogramos por mes, como se expone en la Tabla 5.

Tabla 5.

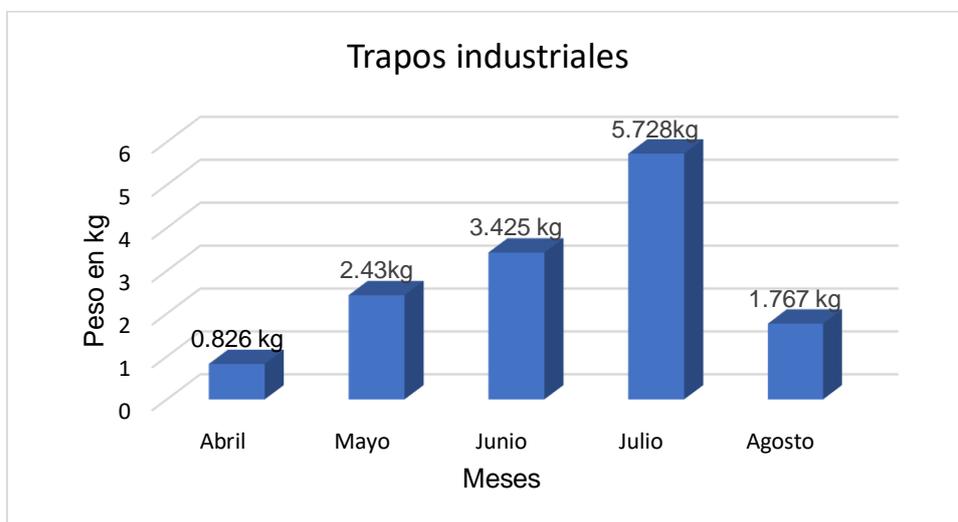
Composición de residuos peligrosos por mes en kg

Residuos	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
Trapos industriales	0.826 kg	2.43 kg	3.425 kg	5.728 kg	1.767 kg	14.176 kg
Paños adsorbentes	0.475 kg	1.33 kg	2.332 kg	8.330 kg	1.936 kg	14.403 kg
Trajes Tivek	0.763 kg	1.206 kg	4.741 kg	3.837 kg	13.465 kg	24.012 kg
Tierra contaminada	11.338 kg	52.739 kg	60.4 kg	49.857 kg	103.878 kg	278.212 kg
Aceite de vehículos	11.37 kg	1.063 kg	0.963 kg	0.83 kg	0.837 kg	15.063 kg
Grasa usada	28.47 kg	0 kg	43.47 kg	39.63 kg	0 kg	111.57 kg
Salchichas absorbentes	0 kg	4.35 kg	0 kg	3.385 kg	0 kg	7.735 kg
Filtros de desuso	0 kg	0 kg	74 kg	0 kg	0 kg	74 kg
Llantas	0 kg	0 kg	0 kg	0 kg	700 kg	700 kg

Nota. Adaptado de registro de residuos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima

En la Figura 2, se presenta la generación de trapos industriales por mes, resultando en julio con mayor cantidad de 5.728 kg, seguido de junio con 3.425 kg, mientras que, el mes con menor producción fue abril con un valor de 0.826 kg.

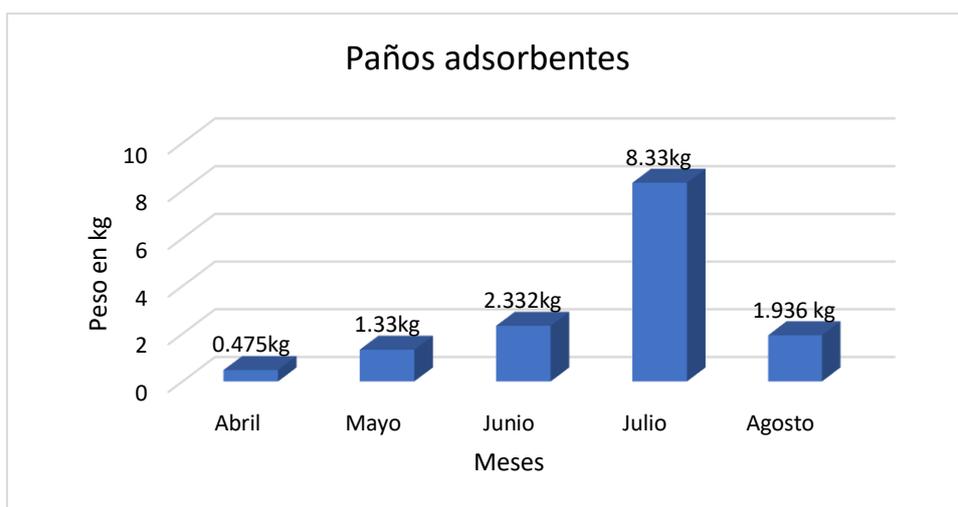
Figura 2. Generación de trapos industriales por mes



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 3, se expone la generación de paños adsorbentes por mes, resultando en julio con mayor cantidad de 8.33 kg, seguido de junio con 2.332 kg, mientras que, el mes con menor producción fue abril con un valor de 0.475 kg.

Figura 3. Generación de paños adsorbentes por mes



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 4, se presenta la generación de trajes Tivek por mes, resultando en agosto con mayor cantidad de 13.465 kg, seguido de junio con 3.425 kg, mientras que, el mes con menor producción fue abril con un valor de 0.826 kg.

Figura 4. Generación de trajes Tivek por mes

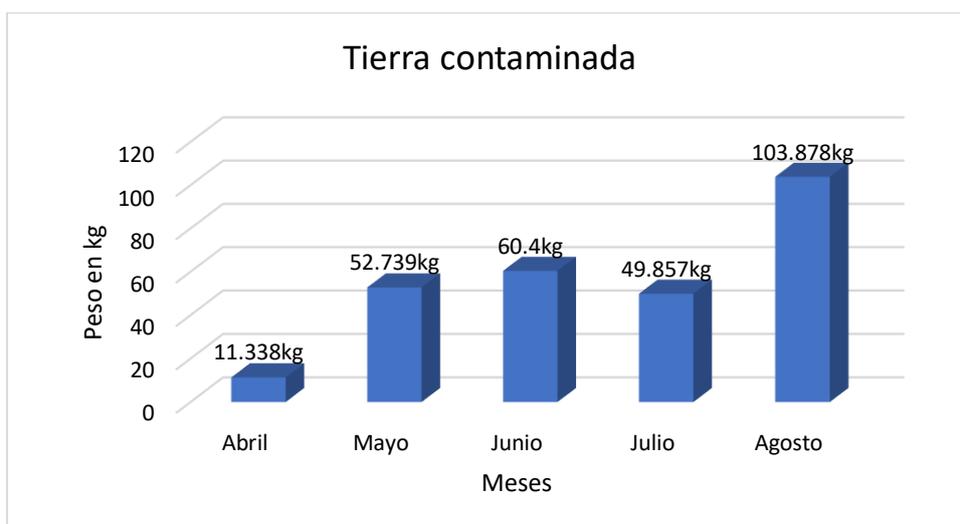


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 5, se presenta la generación de tierra contaminada por mes, resultando en agosto con mayor cantidad de 103.878 kg, seguido de mayo con 52.739 kg, mientras que, el mes con menor producción fue abril con un valor de 11.338 kg.

Figura 5.

Generación de tierra contaminada por mes

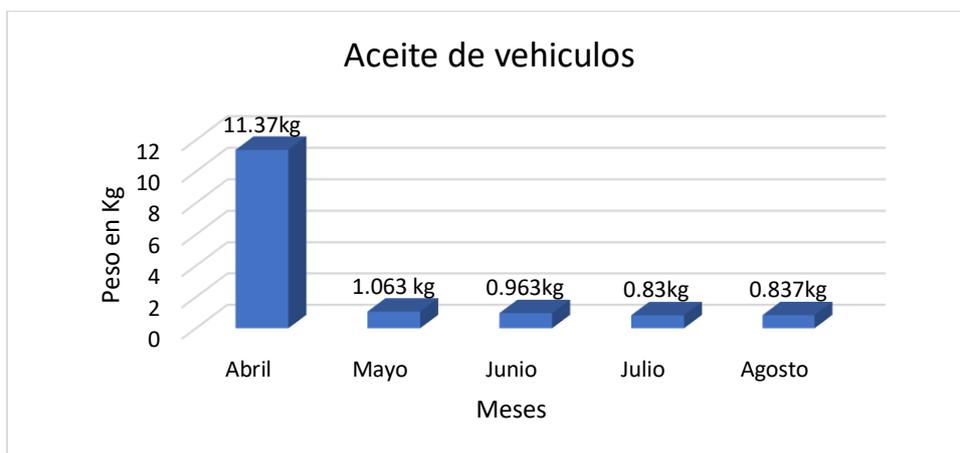


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 6, se presenta la generación de aceite de vehículos por mes, resultando en abril con mayor cantidad de 11.37 kg, seguido de mayo con 1.063 kg, mientras que, el mes con menor producción fue julio con un valor de 0.830 kg.

Figura 6.

Generación de aceite de vehículos por mes

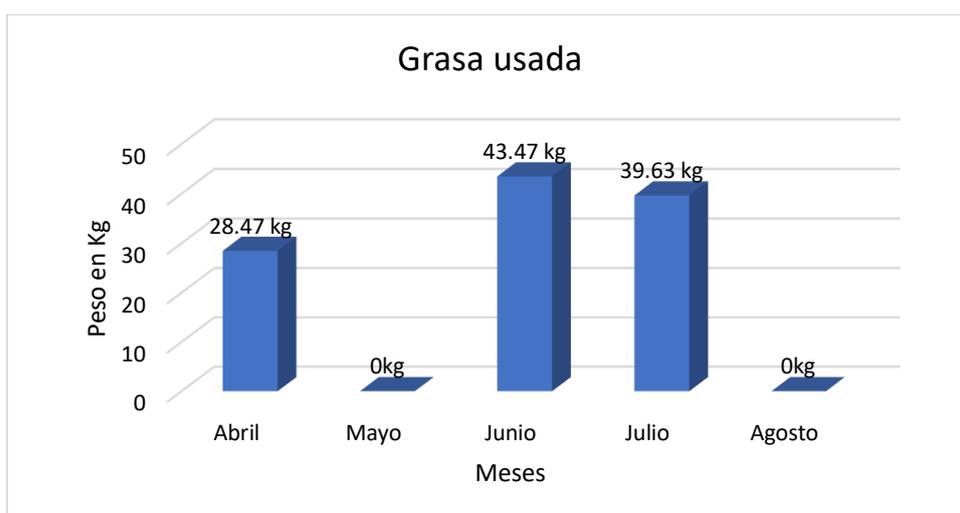


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 7, se presenta la generación de grasa usada por mes, resultando en junio con mayor cantidad de 39.63 kg, seguido de julio con 43.47 kg, mientras que, el mes con menor producción fue mayo con ausencia de este residuo.

Figura 7.

Generación de grasa usada por mes

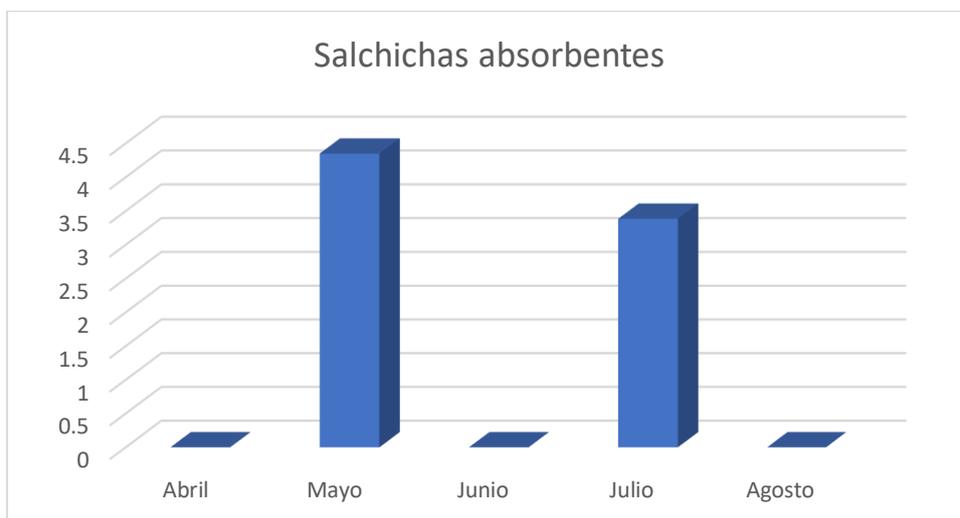


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 8, se presenta la generación de salchichas absorbentes por mes, resultando en mayo con mayor cantidad de 4.350 kg, seguido de julio con 3.385 kg, mientras que, en los meses de abril, junio y agosto hubo ausencia de este residuo.

Figura 8.

Generación de salchichas absorbentes por mes

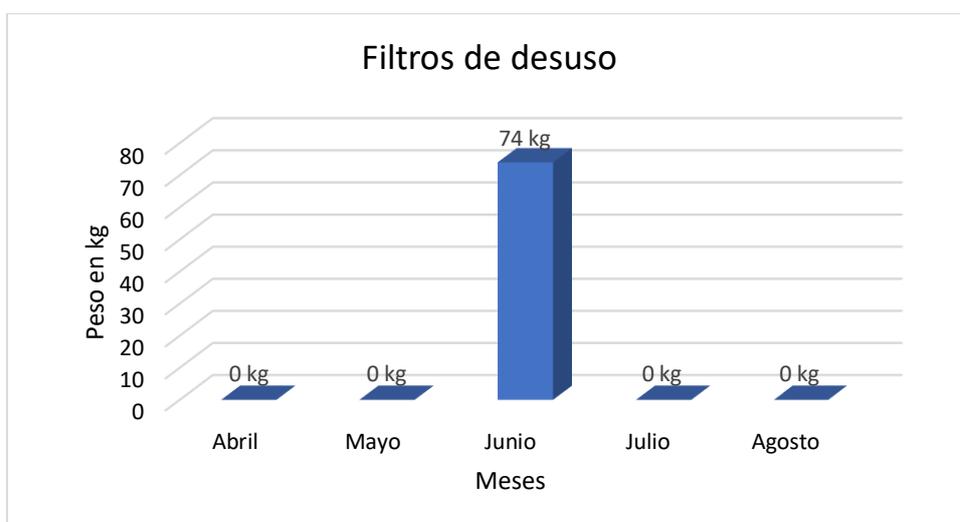


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 9, se presenta la generación de filtros de desuso por mes, resultando en junio con mayor cantidad de 74 kg, mientras que, en los meses de abril, mayo, julio y agosto hubo ausencia de este residuo.

Figura 9.

Generación de filtros de desuso por mes

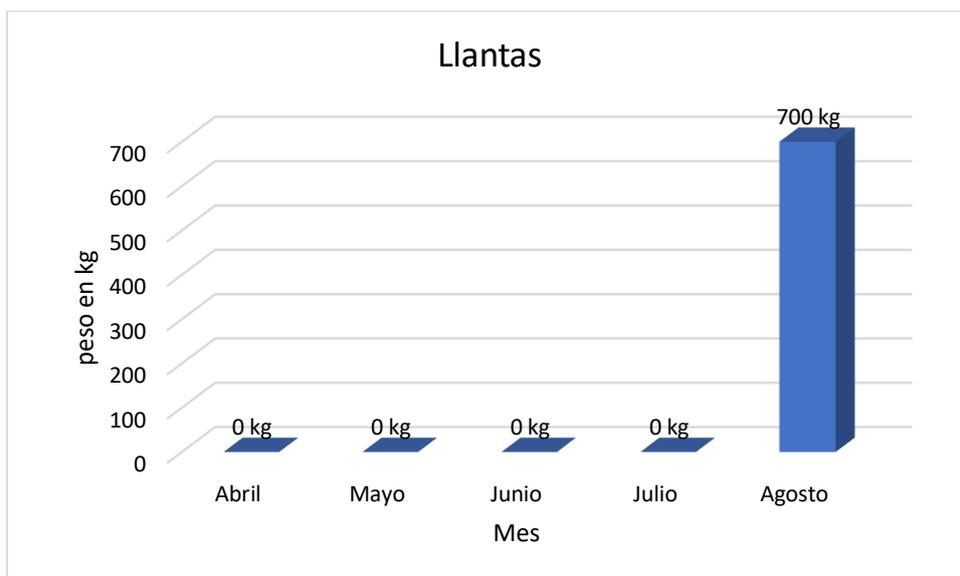


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 10, se presenta la generación de llantas por mes, resultando en agosto con mayor cantidad de 700 kg, mientras que, en los meses de abril, mayo, junio y julio hubo ausencia de este residuo.

Figura 10.

Generación de llantas por mes



Nota. Elaboración propia.

4.2. Determinar los procesos que generan residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima

Los residuos peligrosos identificados como trapos industriales, paños adsorbentes, trajes Tyvek, tierra contaminada, aceite de vehículos, grasa usada, salchichas absorbentes, filtros de desuso, llantas, los cuales fueron categorizados en base a la generación en kilogramos por área, como se expone en la Tabla 6.

Tabla 6.

Composición de residuos peligrosos por área

Residuos	Mantenimiento	Operaciones	Proyecto Volcán
Trapos industriales	7.818 kg	0.63 kg	5.728 kg
Paños adsorbentes	6.073 kg	0 kg	8.33 kg

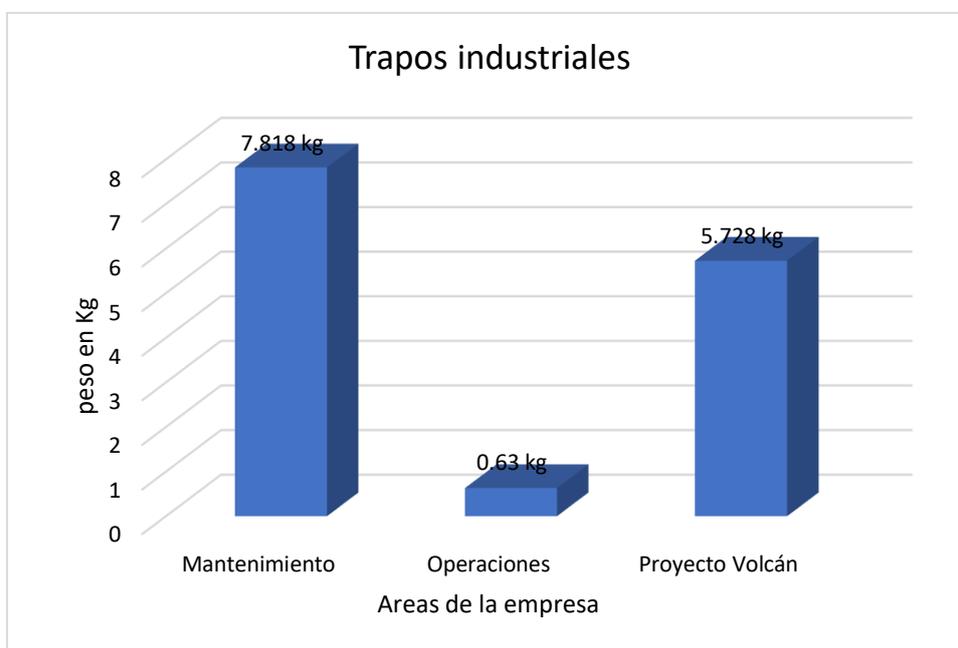
Trajese Tivek	4.471 kg	1.324 kg	14.401 kg
Tierra contaminada	123.098 kg	75.846 kg	79.268 kg
Aceite de vehículos	15.063 kg	0 kg	0 kg
Grasa usada	111.57 kg	0 kg	0 kg
Salchichas absorbentes	4.35 kg	0 kg	3.385 kg
Filtros de desuso	74 kg	0	0 kg
Llantas	700 kg	0	0 kg

Nota. Adaptado de registro de residuos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima

En la Figura 11, se presenta la generación de trapos industriales por área, resultando en mantenimiento con mayor cantidad de 7.818 kg, seguido de proyecto Volcán con 5.728 kg, mientras que, el área con menor producción fue operaciones con 0.63 kg.

Figura 11.

Generación de trapos industriales por área

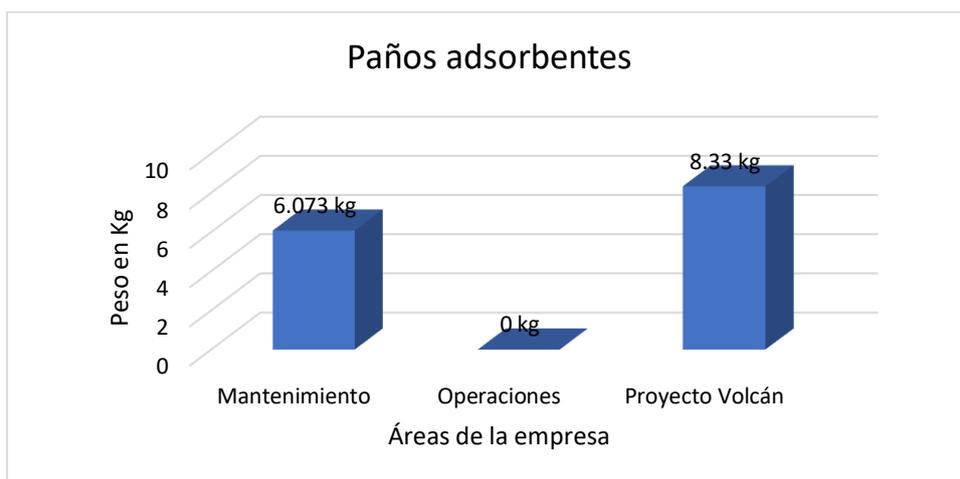


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 12, se presenta la generación de paños adsorbentes por área, resultando en proyecto Volcán con mayor cantidad de 8.330 kg, seguido de mantenimiento con 6.073 kg, mientras que, el área con menor producción fue operaciones con ausencia de este residuo.

Figura 12.

Generación de paños adsorbentes por área

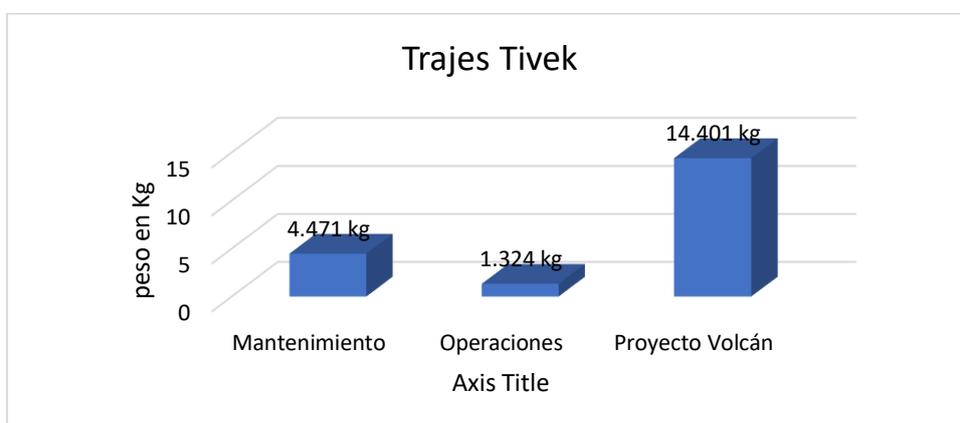


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 13, se presenta la generación de trajes Tivek por área, resultando en proyecto Volcán con mayor cantidad de 14.401 kg, seguido de mantenimiento con 4.471 kg, mientras que, el área con menor producción fue operaciones con 1.324 kg.

Figura 13.

Generación de trajes Tivek por área

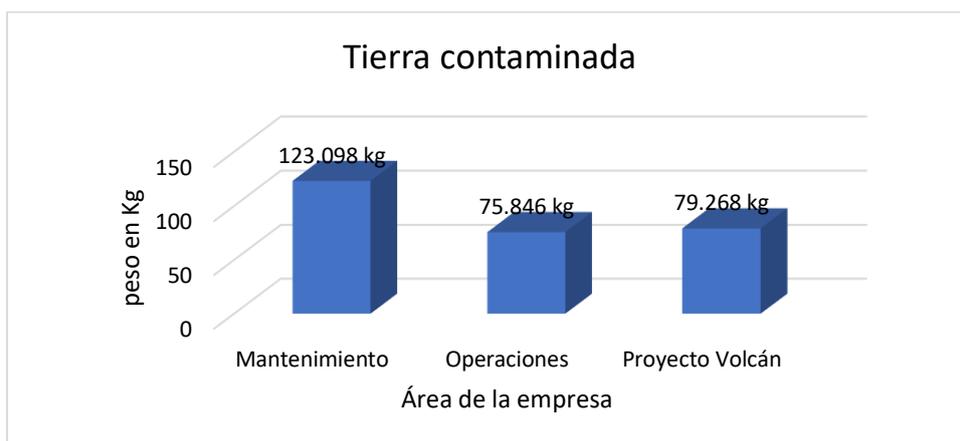


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 14, se presenta la generación de tierra contaminada por área, resultando en mantenimiento con mayor cantidad de 123.098 kg, seguido de proyecto Volcán con 79.268 kg, mientras que, el área con menor producción fue operaciones con 75.846 kg.

Figura 14.

Generación de tierra contaminada por área

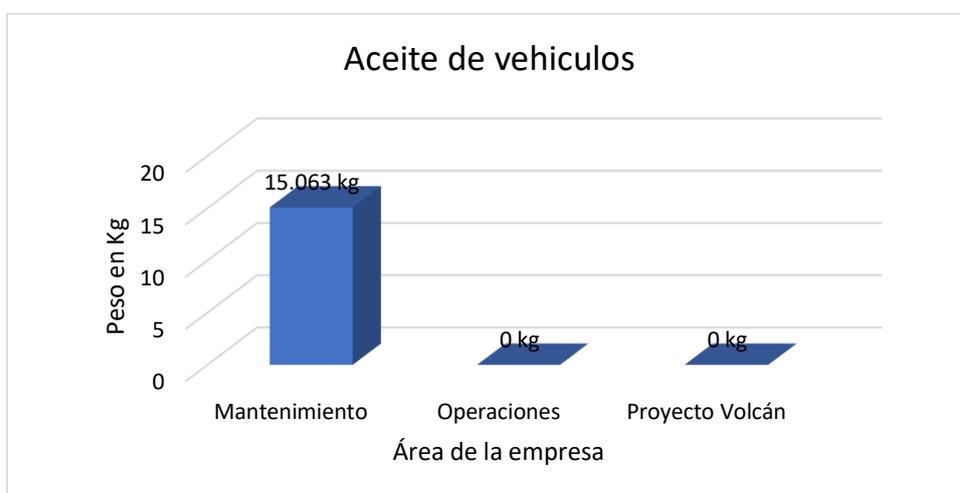


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 15, se presenta la generación de aceite de vehículos por área, resultando en mantenimiento con mayor cantidad de 15.063 kg, mientras que, en las áreas con menor producción fueron operaciones y Proyecto Volcán con ausencia de este residuo.

Figura 15.

Generación de aceite de vehículos por área

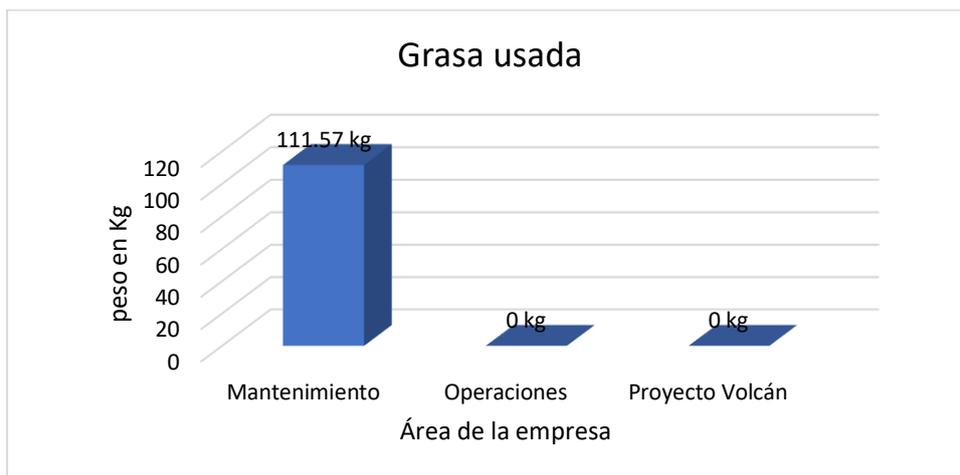


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 16, se presenta la generación de grasa usada por área, resultando en mantenimiento con mayor cantidad de 111.57 kg, mientras que, en las áreas con menor producción fueron operaciones y Proyecto Volcán con ausencia de este residuo.

Figura 16.

Generación de grasa usada por área

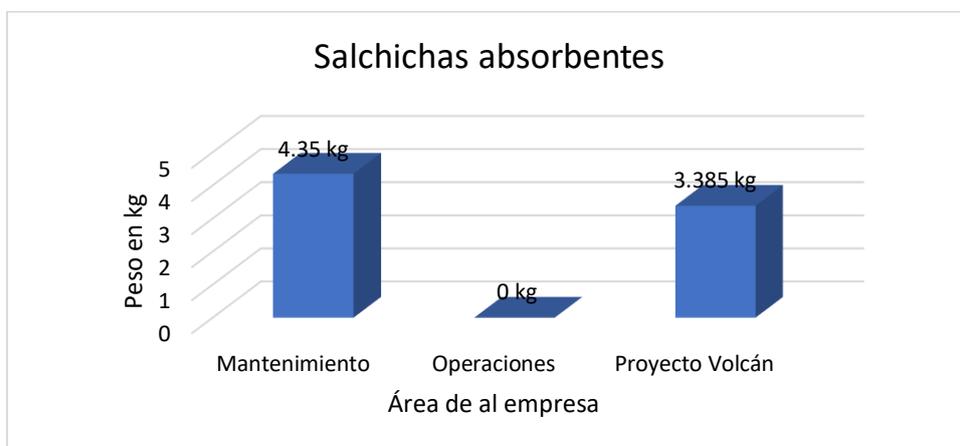


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 17, se presenta la generación de salchichas absorbentes por área, resultando en mantenimiento con mayor cantidad de 4.35 kg, seguido de proyecto Volcán con 3.385 kg, mientras que, el área con menor producción fue operaciones con ausencia de este residuo.

Figura 17.

Generación de salchichas absorbentes por área

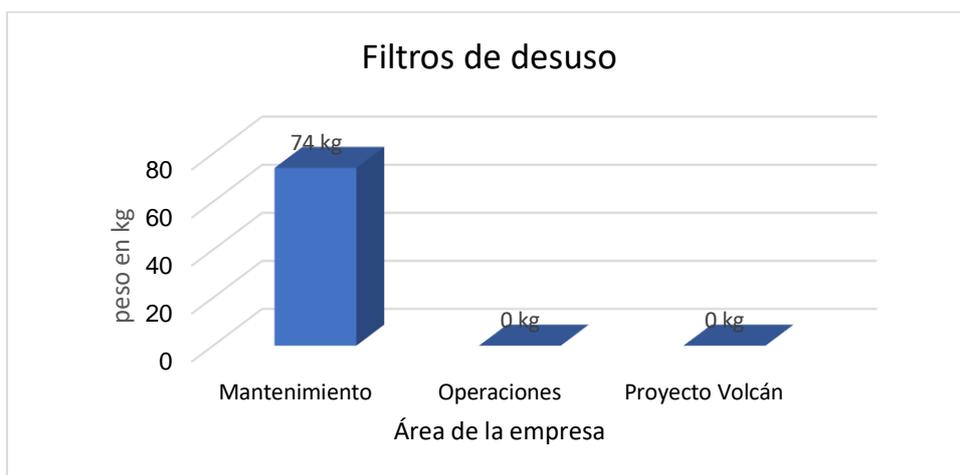


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 18, se presenta la generación de filtros de desuso por área, resultando en mantenimiento con mayor cantidad de 74 kg, mientras que, en las áreas con menor producción fueron operaciones y Proyecto Volcán con ausencia de este residuo.

Figura 18.

Generación de filtros de desuso por área

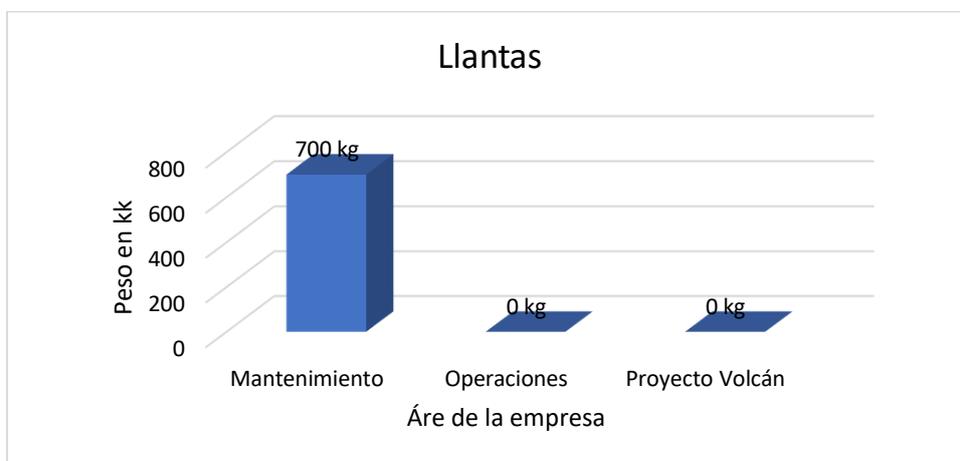


Nota. Elaboración propia.

En la Figura 19, se presenta la generación de llantas por área, resultando en mantenimiento con mayor cantidad de 700 kg, mientras que, en las áreas con menor producción fueron operaciones y Proyecto Volcán con ausencia de este residuo.

Figura 19.

Generación de llantas por área



Nota. Elaboración propia.

4.3. Diseñar estrategias para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima.

Se propondrán estrategias en base a los residuos peligrosos generados en las áreas de mantenimiento, operaciones y el proyecto volcánico con el fin de construir planes para el manejo de residuos sólidos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C. en Lima.

Tabla 7.

Estrategias para la gestión de los residuos sólidos generados en la empresa Wari Service S.A.C en Lima.

N°	Tipo de residuo generado	Estrategia para la gestión del residuo generado
1	Trapos industriales	Se recomienda reutilizar los trapos industriales, en el cual se les explicó a los trabajadores sobre el correcto lavado de los trapos industriales para su posterior uso. Se sugiere reciclar los trapos industriales y transformarlos en nuevos productos, para ello fue necesario clasificarlos según el tipo de material utilizado. Otra sugerencia fue si los trapos industriales son elaborados con materiales naturales como algodón y el lino, estos deben reaprovecharse a través de un proceso de compostaje.
2	Paños adsorbentes	Respecto a los paños absorbentes estos deben ser eliminados en contenedores destinados para este tipo de residuos peligrosos, para ello se capacitó al personal de las áreas de mantenimiento, operaciones y proyecto volcán sobre el uso correcto de estos paños absorbentes, en la empresa Wari Service S.A.C.

3	Trajes Tivek	<p>Para disminuir los residuos generados de los Trajes Tivek, se promovió su uso adecuado; para ello los colaboradores de la organización fueron capacitados sobre su correcto uso, además se sugirió instalar contenedores debidamente etiquetados, para que los trabajadores eliminen sus trajes en un lugar adecuado.</p>
4	Tierra contaminada	<p>Respecto a la tierra contaminada se sugirió aplicar estrategias de biorremediación ya que es una alternativa para recuperar los suelos contaminados por hidrocarburos en la empresa Wari Service S.A.C, reduciendo en gran medida los niveles de contaminación en el suelo</p> <p>Otra de las alternativas sugeridas fue la incineración (Ex - situ) la cual es una técnica que se caracteriza porque el suelo es sometido a altas temperaturas para que los contaminantes se evaporen y se quemem en condiciones controladas.</p> <p>Por otro lado, se recomendó el uso de estiércoles orgánicos, y especies maderables como una fuente de remediación en suelos contaminados por hidrocarburos, permitiendo cumplir con los estándares de calidad establecidos en las normativas peruanas.</p>
5	Aceite de vehículos	<p>Respecto a los aceites de los vehículos, se sugirió que estos sean reciclados con el objetivo de producir otro tipo de materiales, para ello se debe contar con depósitos debidamente etiquetados que permita clasificar la procedencia y el tipo de aceite que ha sido utilizado.</p> <p>Otra de las alternativas que debe adoptar la empresa Wari Service S.A. Lima, es almacenar sus aceites en contenedores para que personal de la empresa trasladen estos aceites a las instalaciones de la empresa que les provee este tipo de insumos y de esa manera les brinde un</p>

		tratamiento adecuado como la fabricación de asfalto, fabricación de pinturas y creación de fertilizantes agrícolas.
6	Grasa Usada	Referente a la grasa, el personal fue debidamente capacitado sobre las medidas a tomar si la grasa contamina el suelo, en ese sentido se debe comunicar sobre los incidentes ocurridos para tomar medidas y se logre resarcir este tipo de problemática presentada.
7	Salchichas absorbentes	Respecto a las salchichas absorbentes, estas deben ser manipuladas con el mayor cuidado posible, ya que producto de la absorción de sustancias contaminantes ponen en riesgo la salud de los trabajadores, es por ello que se capacito a los trabajadores de la empresa sobre su correcto uso y las estrategias que deben tomar en cuenta para que este tipo de residuos sean dispuestos en un lugar adecuado.
8	Filtros de desuso	Los filtros en desuso representan un agente contaminante en las instalaciones de la empresa Wari Service S.A.C, Lima, frente a ellos se les indicó a los trabajadores que los filtros deben ser reciclados dentro de las instalaciones de la empresa con el objetivo que sean vendidos a proveedores que compren este tipo de residuos, y le puedan brindar un valor agregado para su posterior uso o sean reciclados con el fin de construir otros productos que permita reducir la contaminación.
9	Llantas	Frente a las llantas como producto residual en la empresa Wari Service S.A.C, se sugirió que estas podrían utilizarse para relleno para campos de césped artificial, asfaltado de calles y carreteras, proyectos de obras civiles, combustibles energéticos en la incineración de residuos, fabricación de diversos suelas de calzado, creación de un tipo de barreras de contención como elementos de seguridad en las carreteras y como elementos decorativos,

visto de esa manera las llantas generadas como residuo se pueden utilizar de múltiples maneras.

Nota.Elaboración propia.

4.4. Evaluar el efecto de la estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima

Frente a las estrategias de economía circular establecidas en la empresa Wari Service S.A.C, se evaluó si estas tuvieron impactos significativos para mejorar la gestión de los residuos sólidos peligrosos en dicha empresa, para ello se tuvo en cuenta la (Lista de chequeo de manejo de residuos peligrosos). Según el **(Anexo 3)**.

Tabla 8.

Evaluación de la estrategia de economía circular en la empresa Wari Service S.A.C, Lima.

Listado de chequeo	Si	No	Observaciones
Las áreas de acopio de los residuos sólidos están ubicadas correctamente	X		
Los contenedores de los residuos sólidos se encuentran dentro de áreas cercadas y/o señalizadas.	X		
El área de acopio de los residuos sólidos y zonas circundantes se encuentran limpias y ordenadas.	X		
Existen suficientes contenedores para la disposición de los residuos sólidos.	X		
La empresa otorga kits antiderrames a los trabajadores que realizan actividades que involucran derrame de sustancias peligrosas y contaminantes para el ambiente.	X		

El personal de la empresa hace uso de su EPP cuando se suscitan derrames de sustancias peligrosas.	X
Todos los contenedores de residuos cuentan con tapa o cobertura	X
Todos los contenedores cumplen con los códigos de colores y se encuentran en buen estado.	X
Todos los contenedores, se encuentran debidamente rotulados.	X
La empresa ha contratado los servicios de una EPS-RS para el transporte de los residuos peligrosos.	X
Los residuos sólidos como paños adsorbentes, trajes tivek, salchichas adsorbentes, filtros en desuso y llantas son segregados de manera correcta.	X
La tierra contaminada producto de las actividades como (el uso de grasa) para el mantenimiento de los vehículos recibe un tratamiento adecuado.	X
Los aceites como producto residual de los vehículos de la empresa, recibe un tratamiento o es reciclado para su posterior uso.	X
<i>Nota.</i> Elaboración propia.	

Luego de aplicado la estrategia de economía de circular y capacitado a los trabajadores de la empresa Wari Service S.A.C, se ha dispuesto evaluar si esta estrategia ha generado cambios en el manejo de residuos sólidos de esta institución; por lo tanto, los resultados de la evaluación arrojaron que la empresa si cumple con una área de acopio para los residuos sólidos, de la misma manera se evidencio que los contenedores se encuentran en áreas cercadas y señalizadas,

además la empresa la zona que se encuentra destinada para la disposición de los residuos sólidos se encuentra limpia y ordenada lo cual es un buen indicativo para el manejo de los residuos sólidos, por otro lado se constató que los trabajadores si reciben kit antiderrames para un mejor manejo de sus sustancias peligrosas y hacen uso de sus EPP Para el control de derrames, en otro ámbito se encontró que los contenedores cuentan con tapas y están debidamente con los códigos de colores y debidamente rotulados para la disposición de los residuos.

En cuanto a la forma en que la empresa trata sus residuos, se descubrió que todo es separado adecuadamente. Del mismo modo, se descubrió que los suelos contaminados que resultan de las diferentes actividades que realiza la empresa se tratan adecuadamente, y que la empresa recicla y trata sus aceites de manera eficaz. Se deduce que el enfoque de economía circular utilizado por Wari Service S.A.C. ha dado lugar a modificaciones en las prácticas de gestión de residuos sólidos de la organización.

V. DISCUSIÓN

Tomando en consideración los resultados de la presente investigación se encontró que la generación de residuos sólidos desde los meses de abril a agosto del 2023 en la empresa fue Wari Service S.A.C, Lima fue la siguiente: trapos industriales=14.176 kg; paños absorbentes=14.403kg; trajes Tivek=24.012; tierra contaminada=278.212 kg; aceite de vehículos=15.063kg; grasa usada=111.57kg; salchichas absorbentes=7.735 kg; filtros en desuso= 74 kg; llantas=700kg; como consecuencia de ello se puede evidenciar que la empresa genera altos índices de contaminación suponiendo un grave peligro para los ecosistemas, poniendo en riesgo la salud de la población que vive a los alrededores de la empresa.

Otro de los resultados encontrados, fue de acuerdo a las áreas que cuenta la empresa, de esa forma se encontró que en el área de mantenimiento se generó 1046.443 kg de residuos peligrosos, en lo que concierne a el área de operaciones se generaron 77.8 kg de residuos sólidos peligrosos; mientras que en el área de proyecto volcán la generación de residuos peligrosos fue de 111.112 kg; a raíz de ello se deja evidencia que la mayor cantidad de residuos peligrosos se generó en el área de mantenimiento, ya que es una área donde existe mayor actividad en cuanto a las revisiones técnicas vehiculares que realiza la empresa.

Según los aportes de Gilardini (2019) adoptó medidas de economía circular en su investigación y encontró que los autopartes generados por los vehículos de una empresa automotriz pueden ser comercializados a proveedores que realicen los servicios de desmantelamiento y reciclaje, de esa forma en la presente investigación se plantea que los filtros en desuso generados en la empresa Wari Service S.A.C, Lima, deben ser reciclados con el objetivo que estos sean vendidos a proveedores que compren este tipo de residuos y le puedan brindar un valor agregado para su posterior uso o sean reciclados con el fin de generar otros productos que permita reducir la contaminación.

En relación a los trapos industriales que la empresa genera como residuo peligro, en el presente estudio se propone que estos deben ser reutilizados y reciclados con el objetivo de generar nuevos productos y algunos casos pueden someterse a un proceso de compostaje esto dependerá del material que se utiliza para la elaboración de estos productos; a raíz de ello según los aportes de (Kohse,

2021) promueve que los residuos peligrosos sean sometidos a un proceso de incineración el cual involucra que estos residuos se desintegran afectando gravemente al ambiente a través de la emisión de gases contaminantes, lo cual podría ser una buena alternativa para reducir la contaminación ambiental generado por los residuos peligrosos.

De acuerdo a la cantidad de paños absorbentes y trajes Tivek generados en la empresa Wari Service S.A.C.; se plantea que los colaboradores hagan uso estos materiales de manera adecuada, para lograr dicho fin el personal debe estar capacitado para que de esa forma haga uso eficiente y no se incremente la cantidad de residuos peligrosos, en consecuencia las capacitaciones brindadas a una organización es una buena estrategia para que el personal tome conciencia del grado de magnitud que pueden contaminar si no hacen el uso correcto de sus materiales brindados para los trabajos que realizan.

Respecto a la tierra contaminada que se genera en la empresa Wari Service S.A.C., en el estudio se propone que estos suelos se recuperen por medio de los procesos de biorremediación e incineración, ya que en la actualidad se considera una buena estrategia para recuperar los suelos contaminados por la presencia de hidrocarburos, frente a ello según los estudios de Waly, Mickovski y Thomson (2023) propone que los residuos de las empresas industriales deben ser tratadas medios filtrantes como agregados, carbones activados, plástico y llantas trituradas, lo cual puede reducir de manera drástica la presencia de contaminantes.

Si las empresas generan aceite residuales de sus vehículos, esto deben someterse a un proceso de tratamiento, para ello estos residuos deben almacenarse en recipientes debidamente etiquetados que permita identificar la procedencia del aceite; de esa forma estos aceites residuales deben ser trasladados a el proveedor para que este le ofrezca un tratamiento adecuado o a partir de ello genere nuevos productos, por lo tanto un proceso de economía circular según (Galvis 2019) es una manera sostenible de aprovechar los residuos sólidos a través de su reutilización y reciclaje.

Otro de los residuos que se genera en la empresa Wari Service S.A.C, Lima, son las grasas que se utilizan en el mantenimiento de las unidades vehiculares,

estos residuos son altamente contaminantes, para lo cual se debe capacitar al personal de la empresa sobre las medidas a tomar si ocurren este tipo de incidentes; de esa manera (Dong et al. 2022) en la economía circular plantea la circulación, regeneración y utilización de materiales, que es un modelo de desarrollo económico basado en principios de reducir, reutilizar y reciclar que permite un aprovechamiento sostenible de los residuos peligrosos generando nuevos productos.

Cuando se utilizan salchichas absorbentes en las áreas de mantenimiento o áreas que manejan residuos sólidos peligrosos, es importante considerar capacitaciones a los colaboradores con el objetivo que este tipo de materiales se utilicen de manera adecuada en ocasiones de incidentes con sustancias tóxicas, frente a ello Ramírez (2021) plantea que una economía circular debe estar basada en el uso de materia prima y fuentes de energía a partir de recursos renovables, reducción de residuos y emisiones, reusó de productos y materiales, fuentes de energía renovable y subproductos biodegradables.

Por otro lado cuando en la empresa Wari Service S.A.C, Lima se generan residuos a partir de las llantas estas pueden reaprovecharse de la siguiente manera: como relleno para campos de césped artificial, asfaltado de calles y carreteras, proyectos de obras civiles, combustibles energéticos en la incineración de residuos, fabricación de diversos suelas de calzado, creación de un tipo de barreras de contención como elementos de seguridad en las carreteras y como elementos decorativos, por lo tanto las llantas generadas como residuo se pueden utilizar de múltiples maneras.

Finalmente a raíz de los diversos residuos como: trapos industriales, paños adsorbentes, trajes tivatek, tierra contaminada, aceite de vehículos, grasa usada, salchichas absorbentes, filtros de desuso, llantas generados en la empresa Wari Service S.A.C, Lima se plantea la reutilización de los residuos sólidos peligrosos por medio del reciclaje, ya que es una buena estrategia para generar nuevos productos reduciendo en gran medida los altos niveles de contaminación que estos pueden generar si no se tratan de manera adecuada.

VI. CONCLUSIONES

1. Respecto al tipo de residuos sólidos peligrosos generados en la empresa Wari Service S.A.C, Lima; fue la siguiente: trapos industriales=14.176 kg; paños absorbentes=14.403kg; trajes Tivek=24.012; tierra contaminada=278.212 kg; aceite de vehículos=15.063kg; grasa usada=111.57kg; salchichas absorbentes=7.735 kg; filtros en desuso= 74 kg; llantas=700kg; estos residuos peligrosos fueron generados desde los meses de abril hasta agosto del año 2023.
2. Dentro los procesos que generan residuos sólidos en la empresa Wari Service S.A.C, Lima, se logró identificar las siguientes áreas: área de mantenimiento, área de operaciones y área de proyecto volcán de esa manera se encontró que en el área de mantenimiento se generó 1046.443 kg de residuos peligrosos, en lo que concierne a el área de operaciones se generaron 77.8 kg de residuos sólidos peligrosos; mientras que en el área de proyecto volcán la generación de residuos peligrosos fue de 111.112 kg desde los meses de abril hasta agosto del año 2023.
3. Se propusieron estrategias de reciclaje y reutilización de los residuos generados en sus diversas áreas con el fin de mejorar la gestión de los residuos sólidos de Wari Service S.A.C., Lima. Estas estrategias tomaron en cuenta el origen de los residuos y el nivel de peligrosidad que representan, ya que la mayoría de estos residuos se generan en las áreas de mantenimiento de la empresa.
4. En relación a la evaluación de la estrategia de economía circular, se evidencia que lo que se pretende establecer resulta un método eficaz para un aprovechamiento sostenible en la empresa Wari Service S.A.C, Lima, frente a ello los indicadores establecidos mejoraran la gestión de los residuos sólidos, mejorando su disposición final y sobre reaprovechándose de manera sostenible reduciendo la contaminación que estos residuos peligrosos ocasionan en el ambiente.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere implementar un programa de manejo de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C, Lima, para ello se debe realizar un diagnóstico situacional de las malas estrategias en cuanto al manejo de los residuos de la empresa y de esa manera reducir los índices de la contaminación que genera actualmente la empresa.
2. Se sugiere que cada área de la empresa reciba capacitaciones sobre el manejo los residuos sólidos peligrosos, para ello se deben establecer un cronograma, donde se determine los temas que se trataran para un manejo eficiente de los residuos peligrosos, ya que el personal que labora dentro de la empresa no segrega de manera correcta sus residuos lo cual genera una mayor contaminación dentro de las instalaciones de la empresa.
3. Por otro lado, se recomienda realizar visitas inopinadas a las diversas áreas que cuenta la empresa, con el objetivo de dar cumplimiento a una buena gestión de los residuos peligrosos por parte de los trabajadores y de esa forma se logre con los objetivos planteados en cuanto a los residuos sólidos peligrosos que genera diariamente la empresa.
4. En cuanto a las estrategias de economía circular se sugiere buscar nuevas estrategias a partir de aquellas que ya han sido planteado en la presente investigación, para una mejor gestión de los residuos sólidos peligrosos y de esa forma representan nuevas alternativas para que los residuos se aprovechen de manera sostenible y sobre todo no generen mayor contaminación ambiental.

REFERENCIAS

- ADIPAH, S. y KWAME, O.N., 2019. A Novel Introduction of Municipal Solid Waste Management. *Journal of Environmental Science and Public Health*, vol. 3, no. 2,
- AGUILAR, R.A., CRAM, S., SÁNCHEZ, M.T., MURILLO, S.C., ARAIZA AGUILAR, J.A. y ARAIZA AGUILAR, 2019. La valorización de los residuos sólidos urbanos en el estado de México, una visión geográfica. *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 35, no. 3, ISSN 0188-4999. DOI 10.20937/rica.2019.35.03.14.
- AKPAN, V.E. y OLUKANNI, D.O., 2020. Hazardous Waste Management: An African Overview. *Recycling* [en línea], vol. 5, no. 3, [consulta: 24 octubre 2023]. ISSN 2313-4321. DOI 10.3390/recycling5030015. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2313-4321/5/3/15>.
- ALARANTA, J. y TURUNEN, T., 2021. How to Reach a Safe Circular Economy?— Perspectives on Reconciling the Waste, Product and Chemicals Regulation. *Journal of Environmental Law*, vol. 33, no. 1, ISSN 0952-8873. DOI 10.1093/jel/eqaa016.
- ALCÁZAR JURADO, V. y SIERRA LEÓN, Z.V., 2021. Propuesta para lineamientos de acción para promover la economía circular en el distrito de Surco. En: Accepted: 2021-02-22T21:12:03Z [en línea], [consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.esan.edu.pe///handle/20.500.12640/2144>.
- ÁLVAREZ-RISCO, A., 2020. Clasificación de las investigaciones. En: Accepted: 2020-04-27T19:22:38Z, *Repositorio Institucional - Ulima* [en línea], [consulta: 24 octubre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10818>.
- AMAYA, G.C., 2019. Economía circular como alternativa sostenible para el desarrollo productivo de las industrias. [en línea], [consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/19761>.

- ANTONIADOU, M., VARZAKAS, T. y TZOUTZAS, I., 2021. Circular Economy in Conjunction with Treatment Methodologies in the Biomedical and Dental Waste Sectors. *Circular Economy and Sustainability*, vol. 1, no. 2, ISSN 2730-5988. DOI 10.1007/s43615-020-00001-0.
- ARBABI, M., HEMATI, S. y AMIRI, M., 2018. Removal of lead ions from industrial wastewater: A review of Removal methods. *Epidemiology and Health System Journal*, vol. 2, no. 2, ISSN 2383-4366.
- ARIAS GONZÁLES, J.L. y COVINOS GALLARDO, M., 2021. *Diseño y metodología de la investigación* [en línea]. S.l.: Enfoques Consulting EIRL. [consulta: 24 octubre 2023]. ISBN 978-612-48444-2-3. Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>.
- ARIAS, J.L. y COVINOS, M., 2021. *Diseño y metodología de la investigación* [en línea]. S.l.: Enfoques Consulting EIRL. [consulta: 27 diciembre 2022]. ISBN 978-612-48444-2-3. Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>.
- CARVAJAL, P.A. y ROMERO, A.G., 2019. *Propuesta de plan de manejo y gestión de residuos sólidos para la parroquia rural Totoras del cantón Ambato* [en línea]. bachelorThesis. S.l.: Quito, 2019. [consulta: 15 noviembre 2022]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20330>.
- CHEW, K.W., CHIA, S.R., CHIA, W.Y., CHEAH, W.Y., MUNAWAROH, H.S.H. y ONG, W.-J., 2021. Abatement of hazardous materials and biomass waste via pyrolysis and co-pyrolysis for environmental sustainability and circular economy. *Environmental Pollution*, vol. 278, ISSN 0269-7491. DOI 10.1016/j.envpol.2021.116836.
- DEVIATKIN, I., ROUSU, S., GHOREISHI, M., NAJI NASSAJFAR, M., HORTTANAINEN, M. y LEMINEN, V., 2022. Implementation of Circular Economy Strategies within the Electronics Sector: Insights from Finnish Companies. *Sustainability*, vol. 14, no. 6, ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su14063268.

- DONG, H., WANG, B., LI, J., LI, Z., LI, F. y WANG, C., 2022. Circular economy implementation and business performance: The mediating role of environmental performance in the Chinese energy production enterprises. *Frontiers in Environmental Science* [en línea], vol. 10, [consulta: 26 mayo 2023]. ISSN 2296-665X. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.982994>.
- FALAPPA, M.B., LAMY, M. y VAZQUEZ, M., 2019. *De una economía lineal a una circular, en el siglo XXI* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Económicas. [consulta: 3 abril 2022]. Disponible en: <https://bdigital.uncuyo.edu.ar/14316>.
- FAZZO, L., MINICHILLI, F., SANTORO, M., CECCARINI, A., DELLA SETA, M., BIANCHI, F., COMBA, P. y MARTUZZI, M., 2017. Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environmental Health*, vol. 16, no. 1, ISSN 1476-069X. DOI 10.1186/s12940-017-0311-8.
- GALVIS, J.A.G., 2019. Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas estrategias de solución. *Revista Gestión y Región*, no. 22, ISSN 2216-1139.
- GILARDINI, N., 2019. *Economía circular aplicada a la industria automotriz Argentina* [en línea]. Thesis. S.I.: Universidad Nacional de Luján. [consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <http://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/825>.
- GOLDBERG, D.M. y HONG, S., 2019. Minimizing the Risks of Highway Transport of Hazardous Materials. *Sustainability*, vol. 11, no. 22, ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su11226300.
- GONZÁLEZ ORDAZ, G.I. y VARGAS-HERNÁNDEZ, J.G., 2017. La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Economía Coyuntural*, vol. 2, no. 3, ISSN 2415-0622.
- HERNÁNDEZ GONZÁLEZ, O., 2021. Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral* [en línea], vol. 37, no. 3, [consulta: 24 octubre 2023]. ISSN

0864-2125. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-21252021000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

JOHANSSON, N. y KROOK, J., 2021. How to handle the policy conflict between resource circulation and hazardous substances in the use of waste? *Journal of Industrial Ecology*, vol. 25, no. 4, ISSN 1530-9290. DOI 10.1111/jiec.13103.

KANAGAMANI, K., GEETHAMANI, P., NARMATHA, M., KANAGAMANI, K., GEETHAMANI, P. y NARMATHA, M., 2020. Hazardous Waste Management. *Environmental Issues and Sustainable Development* [en línea]. S.I.: IntechOpen, [consulta: 25 mayo 2023]. ISBN 978-1-83880-917-1. Disponible en: <https://www.intechopen.com/chapters/74184>.

KOHSE-HÖINGHAUS, K., 2021. Combustion in the future: The importance of chemistry. *Proceedings of the Combustion Institute*, vol. 38, no. 1, ISSN 1540-7489. DOI 10.1016/j.proci.2020.06.375.

LARREA VARGAS, D.F., 2022. Relación de la economía circular en la actividad industrial en la zona franca de Tacna - ZOFRATACNA, 2021. En: Accepted: 2022-07-06T15:56:14Z, *Universidad Privada de Tacna* [en línea], [consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2345>.

MALAGÓN-VÉLEZ, L.E. y MALAGÓN-VÉLEZ, L.E., 2021. Social and solidarity economy conceptual contributions to the circular economy. *Cuadernos de Administración (Universidad del Valle)* [en línea], vol. 37, no. 70, [consulta: 3 abril 2022]. ISSN 0120-4645. DOI 10.25100/cdea.v37i70.10824. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-46452021000200005&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

MONTENEGRO, A.A. y SANTOS, M.D., 2023. Propuesta del sistema de economía circular en Lonya grande para mejorar el nivel de vida de los habitantes. En: Accepted: 2023-02-15T19:54:19Z, *Repositorio Institucional - USS* [en línea],

[consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en:
<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10613>.

MORAGA, G., HUYSVELD, S., MATHIEUX, F., BLENGINI, G.A., ALAERTS, L., VAN ACKER, K., DE MEESTER, S. y DEWULF, J., 2019. Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation, and Recycling*, vol. 146, ISSN 0921-3449. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.03.045.

MOROCHO, F.R.A., 2018. La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, vol. 3, no. 12, ISSN 2477-9024. DOI 10.33890/innova.v3.n12.2018.786.

NEGRETE, M., ROSANO, G., ÁLVAREZ, E.L., TAVERA, M.E., VEGA, C.A. y SÁNCHEZ, F.J., 2022. Circular economy strategy and waste management: a bibliometric analysis in its contribution to sustainable development, toward a post-COVID-19 era. *Environmental Science and Pollution Research International*, vol. 29, no. 41, ISSN 0944-1344. DOI 10.1007/s11356-022-18703-3.

ORDOÑEZ, E., ECHEVERRY, G. y COLORADO, H., 2019. Engineering and economics of the hazardous wastes in Colombia: the need for a circular economy model. *Informador Técnico*, vol. 83, no. 2, ISSN 2256-5035. DOI 10.23850/22565035.2041.

PACHECO, A., GÓMEZ, E., GRAELLS, M., ESPUÑA, A. y SOMOZA, A., 2023. Integrated synthesis, modeling, and assessment (iSMA) of waste-to-resource alternatives towards a circular economy: The case of the chemical recycling of plastic waste management. *Computers & Chemical Engineering*, vol. 175, ISSN 0098-1354. DOI 10.1016/j.compchemeng.2023.108255.

PAICO MEDINA, L.A., 2022. Estrategias para la sensibilización de la economía circular en una empresa industrial de la región Lambayeque. En: Accepted: 2022-09-21T16:14:38Z [en línea], [consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/5097>.

- RAMIREZ, J., 2021. Modelos de valoración de residuos como aporte a la economía circular en Colombia. *Ingeniería Civil* [en línea], Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/967.
- SANTACOLOMA-LONDOÑO M. SC., S., BUITRAGO-GONZÁLEZ M. SC., M.-E., COLORADO-MOLINA, K., SUÁREZ-PINEDA, I., MARTÍNEZ-MARTINA PH. D., M.-A., VILLEGAS-MÉNDEZ M. SC., L.-C., SANTACOLOMA-LONDOÑO M. SC., S., BUITRAGO-GONZÁLEZ M. SC., M.-E., COLORADO-MOLINA, K., SUÁREZ-PINEDA, I., MARTÍNEZ-MARTINA PH. D., M.-A. y VILLEGAS-MÉNDEZ M. SC., L.-C., 2020. Agricultural Use of Biosolids Generated in Wastewater Treatment of a Food Industry. *Revista Facultad de Ingeniería* [en línea], vol. 29, no. 54, [consulta: 15 marzo 2023]. ISSN 0121-1129. DOI 10.19053/01211129.v29.n54.2020.10666. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-11292020000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
- SATTAR, S., HUSSAIN, R., SHAH, S.M., BIBI, S., AHMAD, S.R., SHAHZAD, A., ZAMIR, A., RAUF, Z., NOSHAD, A. y AHMAD, L., 2022. Composition, impacts, and removal of liquid petroleum waste through bioremediation as an alternative clean-up technology: A review. *Heliyon*, vol. 8, no. 10, ISSN 2405-8440. DOI 10.1016/j.heliyon.2022.e11101.
- TINAJEROS, D.B., 2020. Revisión bibliográfica de la simbiosis industrial como estrategia para la gestión de residuos en la economía circular. En: Accepted: 2021-02-05T02:05:24Z, *Universidad Católica San Pablo* [en línea], [consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/20.500.12590/16585>.
- URREGO, G.F.P., GONZÁLEZ, M.S.M. y QUIROGA, S.P.V., 2022. *Documento de orientación para la clasificación y reporte de residuos peligrosos generados por el sector de hidrocarburos en actividades de perforación exploratoria, producción, refinación y transporte* [en línea]. 2022. S.I.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Disponible en: <https://quimicos.minambiente.gov.co/wp->

content/uploads/2022/12/Documento-orientacion-clasificacion-RESPEL-sector_Hidrocarburos_2022-VF-2-1.pdf.

WALY, M.M., MICKOVSKI, S.B. y THOMSON, C., 2023. Application of Circular Economy in Oil and Gas Produced Water Treatment. *Sustainability*, vol. 15, no. 3, ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su15032132.

WANG, R., XU, Q., HE, C., LIU, X., FENG, Z., ZHANG, L. y GAO, J., 2023. Analysis of Hazardous Waste Management Elements in Oil and Gas Enterprises Based on the Life-Cycle Management Concept. *Sustainability*, vol. 15, no. 6, ISSN 2071-1050. DOI 10.3390/su15065504.

ZENG, X., OGUNSEITAN, O.A., NAKAMURA, S., SUH, S., KRAL, U., LI, J. y GENG, Y., 2022. Reshaping global policies for circular economy. *Circular Economy*, vol. 1, no. 1, ISSN 2773-1677. DOI 10.1016/j.cec.2022.100003.

ZIRABA, A.K., HAREGU, T.N. y MBERU, B., 2016. A review and framework for understanding the potential impact of poor solid waste management on health in developing countries. *Archives of Public Health*, vol. 74, no. 1, ISSN 2049-3258. DOI 10.1186/s13690-016-0166-4.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumento
Variable Independiente: Estrategia de economía circular	La economía circular es un sistema más sostenible, en el que los productos y los materiales circulan en ciclos cerrados, reduce la presión sobre los recursos naturales y minimizando el impacto ambiental (Dong et al. 2022).	Se aplicará una ficha de recolección de datos con el objetivo de determinar la cantidad de residuos, el tipo de residuo generado y el área donde ha sido generada dicho residuo.	Fase de planificación Y diseño	Generación de residuos peligrosos	Nominal	Ficha de registro de generación de residuos peligrosos (Anexo 2)
				Identificación de residuos peligrosos	Nominal	
				Categorización de residuos peligrosos	Nominal	
Variable dependiente: Gestión de residuos peligrosos	Es un proceso que permite optimizar las características de los residuos sólidos a partir de su potencial para reutilización, recuperación y reciclado (Aguilar et al. 2019).	Se realizará una evaluación de la gestión de residuos sólidos peligrosos antes y posterior a la aplicación de la estrategia de economía circular con la finalidad de determinar los cambios.	Estrategias de gestión residuos peligrosos	Evaluación de la Implementación de contenedores de RR. SS	Nominal	Lista de chequeo de manejo de residuos peligrosos (Anexo 3)
				Evaluación de la Implementación de Kit antiderrames	Nominal	
				Evaluación del tratamiento de los residuos generados en la empresa Wari Service S.A.C	Nominal	

ANEXO 3. Lista de chequeo de manejo de residuos peligrosos para la empresa Wari Service S.A.C

Listado de chequeo	Si	No	Observaciones
Las áreas de acopio de los residuos sólidos están ubicadas correctamente			
Los contenedores de los residuos sólidos se encuentran dentro de áreas cercadas y/o señalizadas.			
El área de acopio de los residuos sólidos y zonas circundantes se encuentran limpias y ordenadas.			
Existen suficientes contenedores para la disposición de los residuos sólidos.			
La empresa otorga kits antiderrames a los trabajadores que realizan actividades que involucran derrame de sustancias peligrosas y contaminantes para el ambiente.			
El personal de la empresa hace uso de su EPP cuando se suscitan derrames de sustancias peligrosas.			
Todos los contenedores de residuos cuentan con tapa o cobertura			
Todos los contenedores cumplen con los códigos de colores y se encuentran en buen estado.			
Todos los contenedores, se encuentran debidamente rotulados.			
La empresa ha contratado los servicios de una EPPS-RS para el transporte de los residuos peligrosos.			
Los residuos sólidos como paños adsorbentes, trajes tivec, salchichas adsorbentes, filtros en desuso y llantas son segregados de manera correcta.			
La tierra contaminada producto de las actividades como (el uso de grasa) para el mantenimiento de los vehículos recibe un tratamiento adecuado.			
Los aceites como producto residual de los vehículos de la empresa, recibe un tratamiento o es reciclado para su posterior uso.			

Anexo 5. Resultados de la lista de chequeo en el manejo de residuos peligrosos para la empresa Wari Service S.A.C.

ANEXO 3. Lista de chequeo de manejo de residuos peligrosos para la empresa Wari Service S.A.C

Listado de chequeo	Si	No	Observaciones
Las áreas de acopio de los residuos sólidos están ubicadas correctamente	✓		
Los contenedores de los residuos sólidos se encuentran dentro de áreas cercadas y/o señalizadas.	✓		
El área de acopio de los residuos sólidos y zonas circundantes se encuentran limpias y ordenadas.	✓		
Existen suficientes contenedores para la disposición de los residuos sólidos.	✓		
La empresa otorga kits antiderrames a los trabajadores que realizan actividades que involucran derrame de sustancias peligrosas y contaminantes para el ambiente.	✓		
El personal de la empresa hace uso de su EPP cuando se suscitan derrames de sustancias peligrosas.	✓		
Todos los contenedores de residuos cuentan con tapa o cobertura	✓		
Todos los contenedores cumplen con los códigos de colores y se encuentran en buen estado.	✓		
Todos los contenedores, se encuentran debidamente rotulados.	✓		
La empresa ha contratado los servicios de una EPPS-RS para el transporte de los residuos peligrosos.	✓		
Los residuos sólidos como paños adsorbentes, trajes tivec, salchichas adsorbentes, filtros en desuso y llantas son segregados de manera correcta.	✓		
La tierra contaminada producto de las actividades como (el uso de grasa) para el mantenimiento de los vehículos recibe un tratamiento adecuado.	✓		
Los aceites como producto residual de los vehículos de la empresa, recibe un tratamiento o es reciclado para su posterior uso.	✓		

Anexo 6. Validación por juicio de expertos

CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO

Lima, 18 de noviembre del 2023

Mg. MEDINA SALES ROMY MARCELA
Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **“Efecto de una estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima, 2023”** a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estamos desarrollando un estudio en el cual se incluye instrumentos de recolección de datos, denominado: **“Ficha de registro de generación de residuos peligrosos”** y **“Lista de chequeo de manejo de residuos peligrosos”** por ser una investigación mixta; por lo que, le solicito tenga a bien realizar la validación de este instrumento de investigación, que adjunto, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

Esperando tener la acogida a esta petición, hacemos propicia la oportunidad para renovar nuestro aprecio y especial consideración.

Atentamente.



.....
Velarde Guerra, Georgina Milagro
DNI: 77690906



.....
Vega Gomez, Joseph
DNI: 47516310

Anexo 2: Constancia de aprobación por los expertos

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: ***“Efecto de una estrategia de economía circular para mejorar la gestión de residuos peligrosos en la empresa Wari Service S.A.C en Lima, 2023”*** de los autores Vega Gómez, Joseph y Velarde Guerra, Georgina Milagro.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo básica, que realizarán a través de la recolección de datos durante la generación de residuos peligrosos y el chequeo de manejo de residuos peligrosos, para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Lima, 18 de noviembre del 2023



Ing. **Romy M. Medina Sales**
ESP. AMBIENTAL - CIP. 203912

Mg. ROMY MARCELA MEDINA SALES

DNI: 45152737

Anexo 3: Matriz de ponderación por los expertos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Mg. Medina Sales Romy Marcela
 Cargo o institución donde labora: Especialista Ambiental
 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Ambiental
 Instrumento de evaluación: Ficha de registro de generación de residuos peligrosos
 Autor (s) del instrumento (s): Vega Gómez, Joseph y Velarde Guerra, Georgina Milagro.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable					Minimamente aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.													X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.													X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental													X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.													X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.													X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.												X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.												X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental													X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.													X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.													X
PUNTAJE TOTAL														990

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 99



Ing. Romy M. Medina Sales
 F.C.E. AMBIENTAL - C.I.P. 203912

Lima, 18 de noviembre del 2023

Sello personal y firma

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
II. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres: Mg. Medina Sales Romy Marcela
 Cargo o institución donde labora: Especialista Ambiental
 Especialidad o línea de investigación: Ingeniería Ambiental
 Instrumento de evaluación: Lista de chequeo de manejo de residuos peligrosos
 Autor (s) del instrumento (s): Vega Gómez, Joseph y Velarde Guerra, Georgina Milagro.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

(1) INACEPTABLE (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	Inaceptable					Minimamente aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.													X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.													X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental													X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.													X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.												X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.													X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.													X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Evaluación y monitoreo de impacto ambiental													X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.													X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.													X
PUNTAJE TOTAL													995	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 81 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 99.5

Lima, 18 de noviembre del 2023



Ing. Romy M. Medina Sales
 ESP. AMBIENTAL - C.I.P. 203912
 Sello personal y firma

Anexo 7. Panel fotográfico

Capacitaciones al personal de la empresa Wari Service SAC; sobre estrategias de economía circular en el manejo de residuos sólidos peligrosos.

Figura 1.



Figura 2.

