

**REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL
FACULTAD DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUADA
Dirección de Postgrado**



**Trabajo Final de Postgrado para Optar por el Título de Magister en Gestión y
Auditoria Ambiental.**

TÍTULO

Contaminación Ambiental Por Residuos De Hidrocarburos En Talleres De Mecánica
Automotriz En Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez

Sustentantes:

Raquelix Rincón Lantigua
Mirelys Antonia Moscoso Benítez

Asesor:

M.A. Ricardo Villafaña

Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez
Año Académico, 2024

Contenido

Declaración de autoría.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Dedicatoria.....	v
Resumen.....	vii
CAPÍTULO I.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Planteamiento del problema.....	5
1.4 Justificación	7
1.5 Objetivos	9
1.5.1 Objetivo general.....	9
1.5.2 Objetivos específicos:	9
1.6 Operacionalización de las variables.....	10
1.7 Marco contextual	11
1.8 Alcance y límite de la investigación	13
1.9 Definición de términos.....	13
CAPÍTULO II.REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1 PRÁCTICAS DE MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS.....	15
2.1.1 Hidrocarburos	15
2.1.1.1 Residuos de hidrocarburos.....	16
2.1.1.2 Contaminación por residuos sólidos de hidrocarburos en Talleres Automotriz.....	18
2.1.2.1 Tipos de contenedores para almacenamiento temporal.....	20
2.1.2.1.1 Contenedores domésticos.....	20
2.1.2.1.2 Contenedores comunitarios.....	20
2.1.2.1.3 Contenedores inteligentes.....	21
2.1.2.1.4 Sistemas neumáticos de recolección.....	21
2.1.2.1.5 Estaciones de transferencia.....	21
2.1.2.2 Métodos de almacenamiento según el tipo de residuo.....	21
2.1.2.2.1 Almacenamiento de residuos sólidos urbanos.....	21
2.1.2.2.2 Almacenamiento de residuos peligrosos.....	22
2.1.2.2.3 Almacenamiento de residuos reciclables.....	22

2.1.3.1 Clasificación de residuos de hidrocarburos.....	23
2.1.3.2 Técnicas de separación de residuos de hidrocarburos.....	23
2.1.3.2.1 Separación física.....	23
2.1.3.2.2 Separación química.....	23
2.1.3.2.3 Separación térmica.....	24
2.1.3.3 Tecnologías emergentes en la separación de residuos de hidrocarburos.....	24
2.1.3.3.1 Bioremediación.....	24
2.1.3.3.2 Nanotecnología.....	24
2.1.3.3.3 Membranas avanzadas.....	24
2.1.3.4 Desafíos y perspectivas futuras.....	25
2.1.4.1 Relleno Sanitario.....	26
2.1.4.1.1 Incineración.....	26
2.1.4.1.2 Ventajas y desventajas.....	26
2.1.4.1.3 Compostaje.....	27
2.1.4.1.4 Etapas del proceso.....	27
2.1.4.2 Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB).....	27
2.1.5 Implementación de medidas de prevención de derrames.....	28
2.2.1 Conocimiento de tipos de residuos peligrosos.....	32
2.2.1.1 Clasificación de residuos peligrosos.....	32
2.2.2 Impacto ambiental y en la salud.....	32
2.2.3 Gestión y regulación	33
2.2.4 Tecnologías de tratamiento	33
2.2.5 Comprensión de los efectos ambientales	33
2.3.2.1.1 Re-refinado.....	42
2.3.2.1.2 Recuperación energética.....	42
2.3.2.2.1 Contaminación del aceite usado.....	42
2.3.2.2.2 Tecnología de reciclaje.....	43
2.3.2.3 Beneficios ambientales y económicos.....	43
2.3.3 Cumplimiento de estándares ambientales.....	43
CAPÍTULO III.METODOLOGIA	46
3.1 Ubicación del experimento	46
3.2 Enfoque de investigación	46
3.3 Diseño y tipo de investigación.....	47
3.4 Método	48
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información	48
3.6 Validez de los instrumentos.....	48
3.7 Población y muestra.....	48

3.8 Procedimientos	49
3.9 Procedimiento de análisis.....	49
CAPITULO IV.PRESENTACION DE LOS RESULTADOS	50
sección 1: Prácticas de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos	50
sección 2: Nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud.....	54
sección 3: Estrategias y medidas de mitigación de la contaminación por hidrocarburos.	56
CAPITULO V.ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS.....	59
5.1 Análisis y discusión de los resultados.....	59
5.2 Conclusiones.....	62
5.3 Recomendaciones	63
Referencias.....	66
ANEXOS.....	77

TÍTULO:

**CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR RESIDUOS DE HIDROCARBUROS EN
TALLERES DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ EN COTUÍ, PROVINCIA
SÁNCHEZ RAMÍREZ**

Declaración de autoría

Los conceptos emitidos en la presente propuesta de investigación titulada "Contaminación ambiental por residuos de hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz en Cotuí, provincia Sánchez Ramírez", son responsabilidad exclusiva de los sustentantes de la misma: RAQUELIX RINCON LANTIGUA y MIRELYS ANTONIA MOSCOSO BENITEZ. Las citas y consultas bibliográficas se han realizado respetando el derecho de autor; por tanto, se libera a la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO) de su responsabilidad. Sin embargo, para la reproducción total o parcial de este trabajo se requiere de la autorización de la Universidad Tecnológica del Cibao Oriental (UTECO).

Agradecimientos

A DIOS:

Por regalarnos el don de la vida y darme la oportunidad de ver cumplir una de mis metas.

A LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL (UTECO)

Por habernos acogido como sus maestrantes para prepararnos y brindar un servicio útil a la sociedad.

A los profesores:

Por haber puesto a nuestra disposición sus conocimientos y sabias orientaciones con dedicación y buena fe.

A nuestro asesor:

M.A. Ricardo Villafaña, por su colaboración, entrega y dedicación para hacer posible esta investigación y así lograr nuestros desarrollos intelectuales en beneficio de las nuevas generaciones.

Agradecimientos

A Dios

Por permitirme llegar al término de este proyecto de estudios, por darme la fuerza en los momentos difíciles.

A mis hijos Rohangel y Robermy:

Por la paciencia y el apoyo brindado durante el desarrollo de la maestría, por tolerar mis ausencias con amor y respeto.

Profesor Arismendy Batista:

Por el apoyo brindado durante todo el proceso de esta maestría, por estar siempre dispuesto y brindarme su aporte cada vez que necesité orientaciones.

A mi compañera Raquelix Rincón:

Por la motivación y apoyo durante todo el programa la maestría.

Dedicatoria

A Dios: Por darme la fortaleza de razonar, pensar, amar y perdonar a las demás personas como nos enseñó su hijo amado Jesús.

A mis padres: Saturnino Rincón (fallecido) y María del Carmen Lantigua Arias, por conducirme por el buen camino del amor y responsabilidad con grandes valores que pongo en práctica cada día con el respeto a los demás.

A mi esposo: Domingo Antonio Ferreiras Rosario, por darme su apoyo incondicional y confianza para que logre todas mis metas.

A mis hijos: Erick Ángel, Erickson Antonio, Ericka y Aliah Marie (nieta) porque son los que han logrado llenar mi corazón de energía cada día para seguir adelante, siendo la luz que me ilumina y por los cuales me he esforzado en la vida, los amo mis niños.

A mis hermanos: Alexander, Rosmeri, Deliorvina, Elin, Antony, Evangelista, Venecia, los cuales me ayudaron a lograr mis metas.

A mis sobrinos: Rosanny, Samuel, Rosanna, Neudy, Neidy, Gary, Leydi, Francina, Anthony Junior, Crisleydi, Danieli, Anyelisa y Scarlet para que sigan los buenos ejemplos y adquieran nuevos conocimientos a través los estudios.

A mis cuñados/as: Josué, Alex, Arsenio, Mari Antonia, Julissa, Danelci, y Jesús por su gran apoyo incondicional y siempre estar en los momentos tristes y alegres conmigo.

Raquelix Rincón Lantigua

Dedicatoria

Dedico este trabajo con mucho amor a mis hijos Rohangel Vladimir Jerez Moscoso, Robermy Milagros Jerez Moscoso y mi madre Carlixta Rosario, porque han sido los sacrificados durante este proceso de formación, sobre todo por impulsarme cada día a ser mejor persona y lograr cada meta propuesta.

Mirelys Antonia Moscoso Benítez

Resumen
REPÚBLICA DOMINICANA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DEL CIBAO ORIENTAL
FACULTAD DE POSTGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUADA
Dirección de Postgrado



Título:

En esta investigación titulada Contaminación ambiental por residuos de hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz en Cotuí, provincia Sánchez Ramírez, cuyas sustentantes son Raquelix Rincón Lantigua y Mirelys Antonia Moscoso Benítez y asesorada por el Dr. Ricardo Villafaña, analizó el nivel de contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí, con el fin de proponer estrategias de mitigación efectivas. Se adoptó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y de tipo descriptivo. Se utilizó una encuesta aplicada a 38 talleres mecánicos en Cotuí, complementada con observación directa y toma de muestras para análisis de laboratorio. El instrumento fue validado mediante juicio de expertos y prueba piloto.

Hallazgos principales

1. Prácticas de Manejo de Residuos: 31.58% de los talleres generan todos los tipos de residuos de hidrocarburos mencionados; 13.16% almacena residuos en el suelo y 7.89% los desecha inmediatamente; 21.05% no realiza ninguna separación de residuos.
2. Conocimiento sobre Riesgos: Solo 50% identificó correctamente todos los tipos de residuos peligrosos; 57.89% reconoce la contaminación del suelo y aguas subterráneas como principal efecto ambiental.
3. Estrategias de Mitigación: 28.95% reconoce la importancia de múltiples estrategias para reducir residuos; 34.21% considera la refinación como método más eficiente para reciclar aceites usados; 31.58% prefiere la adopción de programas de reciclaje integral.

Conclusiones principales

Existe una variabilidad significativa en las prácticas de manejo de residuos, con muchas prácticas inadecuadas que aumentan el riesgo de contaminación; El conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud es parcial, indicando la necesidad de programas de educación y concientización más efectivos; Hay una disposición hacia prácticas más sostenibles, pero se requiere abordar barreras percibidas en términos de costos y complejidad; Se necesita una intervención integral que mejore prácticas operativas, educación, y la implementación de tecnologías y sistemas de gestión más eficientes.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Este capítulo describe los elementos que constituyen los aspectos introductorios para este trabajo de investigación. Se describen desde los antecedentes del trabajo, el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos a alcanzar, las variables e indicadores; la definición de términos; el marco contextual, así como sus alcances y límites.

La contaminación ambiental por residuos de hidrocarburos representa un desafío creciente a nivel global, con implicaciones significativas para ecosistemas y comunidades. En particular, los talleres de mecánica automotriz emergen como fuentes importantes de esta contaminación, especialmente en áreas urbanas y suburbanas en desarrollo. Este fenómeno se observa de manera aguda en la República Dominicana, donde el crecimiento acelerado del parque vehicular ha llevado a una proliferación de talleres mecánicos, muchos de los cuales operan sin las debidas precauciones ambientales.

El municipio de Cotuí, en la provincia Sánchez Ramírez, no es ajeno a esta problemática. Según un estudio reciente de Méndez et al. (2022), el 78% de los talleres mecánicos en la región del Cibao Central, que incluye a Cotuí, no cumplen con las normativas ambientales vigentes para el manejo de residuos de hidrocarburos. Esta situación se agrava por la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento y disposición de estos residuos peligrosos.

Los hidrocarburos derivados de actividades de mantenimiento y reparación vehicular, incluyendo aceites usados, líquidos de frenos y solventes, representan una seria amenaza para el medio ambiente. García y Rodríguez (2023) han demostrado que estos contaminantes pueden persistir en el suelo por décadas, alterando significativamente las propiedades fisicoquímicas del terreno y afectando la biodiversidad local. Además, la infiltración de estos residuos en acuíferos subterráneos pone en riesgo la calidad del agua potable, un recurso ya escaso en muchas áreas de la provincia Sánchez Ramírez.

La Ley 112-00 sobre Hidrocarburos en la República Dominicana establece claramente los lineamientos para el manejo adecuado de estos residuos. Sin embargo, un informe del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2021) reveló que el cumplimiento de esta ley en talleres mecánicos pequeños y medianos es inferior al 30% a nivel nacional, una cifra que se estima aún menor en municipios como Cotuí. Según un estudio realizado por Ramírez y Gómez (2022), publicado en la Revista Dominicana de Gestión Ambiental, en una muestra de 50 talleres mecánicos en Cotuí, solo el 18% cumplía con los estándares mínimos de manejo de residuos de hidrocarburos establecidos por la ley, lo que subraya la gravedad del problema en esta región específica.

La importancia de abordar esta problemática radica no solo en la preservación del medio ambiente, sino también en la protección de la salud pública. Estudios recientes, como el de Pérez y López (2024), han establecido una correlación directa entre la exposición a largo plazo a residuos de hidrocarburos y el aumento de enfermedades respiratorias y dérmicas en comunidades cercanas a talleres mecánicos no regulados.

Esta investigación se propone analizar en profundidad la situación de la contaminación por residuos de hidrocarburos en los talleres de mecánica automotriz de Cotuí, evaluando su impacto ambiental, identificando las prácticas actuales de manejo de residuos, y proponiendo estrategias de mitigación adaptadas al contexto local. El estudio busca no solo contribuir al conocimiento científico sobre este tema, sino también proporcionar información crucial para la toma de decisiones y la implementación de políticas ambientales efectivas en la región.

1.2 Antecedentes

Para la realización de la presente investigación se verificó una serie de estudios que proporcionan una amplia perspectiva sobre cómo los contaminantes generados por talleres mecánicos y otras fuentes urbanas pueden impactar sobre la contaminación del suelo y el medio ambiente en sentido general.

En un estudio realizado por Imperato et al. (2019), titulado: "Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy)", realizado en Nápoles, Italia, cuya metodología consistió en un análisis geoespacial de la distribución de metales pesados en suelos urbanos, incluyendo áreas con alta concentración de talleres mecánicos. Asume como conclusiones que se encontraron niveles elevados de metales pesados en suelos cercanos a zonas industriales y de alto tráfico, incluyendo áreas con presencia de talleres mecánicos, sugiriendo una contribución significativa de estas actividades a la contaminación del suelo urbano.

De igual modo, Masoner et al. (2019), en un trabajo que lleva por título: "Urban stormwater: An overlooked pathway of extensive mixed contaminants to surface and groundwaters in the United States", realizado en Estados Unidos, cuya metodología consistió en un análisis exhaustivo de muestras de agua de escorrentía urbana en 21 sitios de 17 estados de EE.UU., incluyendo áreas con alta densidad de talleres mecánicos. Concluye que se detectaron 405 compuestos orgánicos en las muestras de agua de escorrentía, incluyendo una variedad de hidrocarburos y otros contaminantes asociados con actividades de talleres mecánicos. El estudio resalta la importancia de la escorrentía urbana como vía de transporte de contaminantes desde fuentes como talleres automotrices hacia cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Por otro lado, en un estudio realizado por Méndez-Batista et al. (2020), en la República Dominicana, se analizó la gestión de residuos peligrosos en talleres mecánicos de Santo Domingo. Los autores encontraron que el 67% de los talleres estudiados no cumplían con las normativas ambientales para el manejo de residuos de hidrocarburos, destacando la falta de conocimiento y recursos como las principales barreras para la implementación de prácticas adecuadas.

Asimismo, Silva et al. (2020), en un estudio titulado: "Bioremediation of soils contaminated with hydrocarbons and heavy metals: A review of technologies and trends", con una metodología de revisión sistemática de literatura sobre técnicas de bioremediación para suelos contaminados con hidrocarburos y metales pesados. Llega a las conclusiones de que las técnicas de bioremediación, especialmente aquellas que utilizan

microorganismos, muestran un gran potencial para la descontaminación de suelos afectados por residuos de hidrocarburos, incluyendo aquellos generados por talleres mecánicos.

De su lado, Rodríguez-Peralta y Sánchez-Gómez (2021), realizaron una investigación específicamente la región del Cibao, donde se ubica Cotuí y evaluaron el impacto de los residuos de hidrocarburos en la calidad del suelo. Sus resultados mostraron niveles de contaminación por hidrocarburos totales de petróleo (TPH) que excedían los límites permisibles en el 72% de las muestras tomadas cerca de talleres mecánicos.

Además, Gómez-Orea et al. (2021), en su trabajo titulado: "Environmental impact of automotive repair shops: A case study in Mexico City", realizado en la Ciudad de México y cuya metodología fue el muestreo de suelos en áreas cercanas a talleres de mecánica automotriz y análisis de laboratorio para determinar los niveles de hidrocarburos totales de petróleo (HTP). Llegó a la conclusión de que más del 60% de los sitios muestreados excedían los límites regulatorios de HTP en el suelo, indicando una contaminación significativa asociada a los talleres de mecánica automotriz.

Por otra parte, un estudio epidemiológico realizado por García-Fernández et al. (2022) en comunidades cercanas a zonas con alta concentración de talleres mecánicos en la provincia Sánchez Ramírez, reveló un aumento del 23% en la incidencia de enfermedades respiratorias en comparación con áreas de control. Los autores asociaron este incremento a la exposición crónica a compuestos orgánicos volátiles (VOCs) provenientes de residuos de hidrocarburos mal manejados.

También, Pérez-Mella y Díaz-Reyes (2023), propusieron un modelo de economía circular para el manejo de residuos de hidrocarburos en talleres mecánicos de pequeña y mediana escala en la República Dominicana. Su estudio piloto en La Vega demostró que la implementación de este modelo podría reducir la contaminación por hidrocarburos en un 45% y generar beneficios económicos para los talleres participantes.

Finalmente, un análisis reciente de políticas públicas realizado por Torres-Acosta y Ramírez-Luna (2024), evaluó la efectividad de la implementación de la Ley 64-00 sobre

Medio Ambiente y Recursos Naturales en el sector de talleres mecánicos. Los autores identificaron brechas significativas en la fiscalización y propusieron un enfoque de gobernanza multinivel para mejorar el cumplimiento normativo.

1.3 Planteamiento del problema

La contaminación ambiental por residuos de hidrocarburos se ha convertido en un desafío creciente a nivel global, con implicaciones particularmente significativas para comunidades en desarrollo como Cotuí, ubicada en la provincia Sánchez Ramírez de la República Dominicana.

El rápido crecimiento del parque vehicular en esta región ha impulsado la proliferación de talleres de mecánica automotriz, generando una problemática ambiental que demanda atención urgente y un análisis riguroso. Este fenómeno no es exclusivo de Cotuí, sino que refleja una tendencia observada en toda América Latina, como señala García (2021), la contaminación por hidrocarburos en talleres mecánicos se ha intensificado en los últimos años. La naturaleza del problema radica en la generación de una amplia gama de residuos peligrosos por parte de estos talleres, incluyendo aceites usados, líquidos de frenos, refrigerantes y residuos sólidos contaminados con hidrocarburos (García, 2023).

La inadecuada gestión de estos residuos representa una amenaza significativa para la integridad ecológica y la salud pública de la comunidad de Cotuí. Los impactos ambientales de esta contaminación son multifacéticos y de largo alcance, afectando diversos componentes del ecosistema local.

En primer lugar, la contaminación del suelo es una consecuencia directa de estas prácticas inadecuadas. Los hidrocarburos presentes en aceites lubricantes y otros residuos pueden infiltrarse en el suelo, alterando su composición química, reduciendo su fertilidad y afectando su capacidad de retención de agua (González, 2018). Este deterioro del suelo no solo afecta la productividad agrícola de la región, sino que también puede tener repercusiones en la biodiversidad local.

La contaminación del agua es otro impacto crítico, ya que la infiltración de estos contaminantes puede alcanzar aguas subterráneas y superficiales, comprometiendo la calidad del agua potable y afectando los ecosistemas acuáticos (Pérez, 2022).

Esto no solo pone en riesgo la salud de la población que depende de estas fuentes de agua, sino que también amenaza la flora y fauna acuática de la región. Además, la contaminación atmosférica no debe subestimarse, pues la volatilización de compuestos hidrocarburos contribuye a la formación de smog fotoquímico y otros contaminantes atmosféricos, deteriorando la calidad del aire (García, 2023). Esto puede tener consecuencias directas en la salud respiratoria de los residentes, especialmente en grupos vulnerables como niños y ancianos.

Zamora, Ramos y Arias (2012), señalan que los efectos ecológicos de los vertidos de hidrocarburos son altamente variables, dependiendo de factores como la composición química del producto, el tipo de sedimento afectado, y la época del año en relación con los ciclos reproductivos y migratorios de las especies locales. Esta variabilidad hace que la evaluación y mitigación de los impactos sea un desafío complejo que requiere un enfoque científico detallado.

Esta problemática puede estar ligada a varios factores, entre los que cabe mencionar: El crecimiento no planificado del sector automotriz ha superado la capacidad de planificación urbana y ambiental del municipio; la falta de regulación efectiva y fiscalización adecuada dificulta el control de las prácticas en los talleres mecánicos, así como una carencia generalizada de conocimiento sobre el manejo adecuado de residuos peligrosos entre los propietarios de talleres y mecánicos, lo que se ve exacerbado por la falta de programas de educación ambiental efectivos, sumado a que muchos talleres también carecen de la infraestructura necesaria para el manejo y disposición adecuada de residuos oleosos, lo que perpetúa prácticas insostenibles.

La complejidad y urgencia de esta problemática demandan un estudio exhaustivo que aborde múltiples aspectos y donde se pueda cuantificar el volumen y tipos específicos de residuos generados por los talleres mecánicos locales, así como evaluar las prácticas actuales de manejo de residuos y su efectividad. Es necesario realizar un análisis detallado del impacto ambiental y de salud pública, explorando las percepciones y conocimientos de

los actores clave, incluyendo propietarios de talleres, mecánicos, autoridades locales y la comunidad en general.

Frente a esta problemática, surge la siguiente interrogante que guiará la presente investigación: ¿Cuál es el nivel de contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí? , y para hacerla operativa se responderá a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las prácticas actuales de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí? ; ¿Qué nivel de conocimiento sobre los riesgos ambientales y de salud asociados a la contaminación por hidrocarburos tienen los propietarios de talleres, mecánicos y la comunidad en general?; ¿Cuáles serían las estrategias y medidas de mitigación más efectivas para reducir la contaminación por hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí?

1.4 Justificación

La contaminación ambiental por residuos de hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz es un problema crítico que merece atención urgente y estudio detallado. Este fenómeno ha cobrado mayor relevancia debido a la proliferación de vehículos motorizados en las últimas décadas, lo que ha llevado a un aumento significativo en el número de talleres mecánicos tanto en áreas urbanas como rurales. Estos establecimientos, esenciales para el mantenimiento y reparación de vehículos, generan cantidades considerables de residuos de hidrocarburos como aceites usados, líquidos de frenos, anticongelantes y solventes. La gestión inadecuada de estos residuos representa un riesgo significativo para el medio ambiente y la salud pública.

Los hidrocarburos liberados al medio ambiente por los talleres mecánicos pueden contaminar el suelo, las aguas superficiales y subterráneas, y el aire. Estos contaminantes son particularmente perniciosos debido a su persistencia en el ambiente y su capacidad de bioacumulación en la cadena alimentaria. La contaminación resultante puede afectar la fertilidad del suelo, la biodiversidad local, los ecosistemas acuáticos y las fuentes de agua potable. Además, la volatilización de ciertos componentes de los hidrocarburos contribuye a la contaminación del aire, exacerbando problemas de calidad del aire en áreas urbanas.

Desde una perspectiva de salud pública, la exposición a residuos de hidrocarburos puede tener graves consecuencias. Estudios han asociado la exposición crónica a estos contaminantes con una variedad de problemas de salud, incluyendo enfermedades respiratorias, trastornos del sistema nervioso, problemas dermatológicos y un mayor riesgo de cáncer. Los trabajadores de los talleres mecánicos, los residentes cercanos y los ecosistemas locales son particularmente vulnerables a estos riesgos. Por lo tanto, abordar este problema no solo es crucial para la protección del medio ambiente, sino también para salvaguardar la salud y el bienestar de las comunidades.

Desde el punto de vista económico y legal, la contaminación por residuos de hidrocarburos puede tener implicaciones significativas. Los costos de remediación de sitios contaminados pueden ser astronómicos, y las empresas pueden enfrentar sanciones legales y daños de reputación por prácticas inadecuadas de gestión de residuos. Además, la contaminación puede deprecia el valor de las propiedades circundantes y afectar negativamente las economías locales. La investigación y desarrollo de mejores prácticas de gestión de residuos no solo beneficia al medio ambiente y la salud, sino que también puede proporcionar ventajas económicas y legales a largo plazo para las empresas y comunidades.

En el contexto más amplio de la sostenibilidad y la lucha contra el cambio climático, abordar la contaminación por residuos de hidrocarburos en talleres mecánicos es un componente crucial. Muchos de estos residuos son derivados del petróleo y contribuyen, directa o indirectamente, a las emisiones de gases de efecto invernadero. Desarrollar métodos más eficientes para el manejo, reciclaje y disposición de estos residuos puede contribuir a los esfuerzos globales de reducción de emisiones. Además, la investigación en este campo puede impulsar innovaciones en tecnologías limpias y prácticas sostenibles en la industria automotriz, promoviendo una transición hacia una economía más circular y ambientalmente responsable.

Este proyecto se alinea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 12 "Producción y consumo responsable", específicamente con la meta 12.5 que busca "Reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de

prevención, reducción, reciclado y reutilización". Además, la Ley 01-2012 sobre Estrategia Nacional de Desarrollo en su objetivo 4.1.3 establece "Desarrollar una gestión integral de desechos, sustancias contaminantes y fuentes de contaminación", fomentando prácticas de reducción, reúso y reciclaje de residuos.

La propuesta de manejo adecuado de aceites y lubricantes usados no solo es replicable a nivel nacional, sino que también ofrece oportunidades económicas a través de la comercialización para reutilización. Este estudio contribuirá a la ciencia al buscar soluciones innovadoras a un problema social y ambiental, proporcionando ideas claras sobre cómo abordar la contaminación y generando una línea base para planes de acción municipales. En última instancia, este proyecto nace de la necesidad urgente de disminuir la contaminación ambiental por hidrocarburos, abordando el problema del creciente número de talleres mecánicos que operan sin cumplir con la normativa ambiental vigente, y brindando a los investigadores la oportunidad de ampliar sus conocimientos mientras contribuyen significativamente a la sociedad.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar el nivel de contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí, con el fin de proponer estrategias de mitigación efectivas.

1.5.2 Objetivos Específicos:

1. Identificar las prácticas actuales de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí.
2. Determinar el nivel de conocimiento sobre los riesgos ambientales y de salud asociados a la contaminación por hidrocarburos que tienen los propietarios de talleres, mecánicos y la comunidad en general de Cotuí.
3. Describir estrategias y medidas de mitigación efectivas para reducir la contaminación por hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí, basadas en los hallazgos de la investigación.

1.6 Operacionalización de las Variables

Objetivos Específicos	Variables	Indicadores
Identificar las prácticas actuales de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí	Prácticas de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos	Hidrocarburos Métodos de almacenamiento temporal de residuos Separación de residuos por tipo de hidrocarburo Método de disposición final de residuos Implementación de medidas de prevención de derrames
Determinar el nivel de conocimiento sobre los riesgos ambientales y de salud asociados a la contaminación por hidrocarburos que tienen los propietarios de talleres, mecánicos y la comunidad en general de Cotuí.	Nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud	Conocimiento de tipos de residuos peligrosos Comprensión de los efectos ambientales Conocimiento de prácticas de manejo seguro
Describir estrategias y medidas de mitigación efectivas para reducir la contaminación por hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí, basadas en los hallazgos de la investigación	Estrategias y medidas de mitigación de la contaminación por hidrocarburos	Tasa de reducción de residuos de hidrocarburos Eficiencia en el reciclaje de aceites usados Cumplimiento de estándares ambientales

1.7 Marco contextual

Ubicación geográfica del municipio de Cotuí.

El municipio de Cotuí, pertenece a la provincia Sánchez Ramírez, se encuentra ubicado en la región del Cibao Sur, las fronteras provinciales son las siguientes: Al noroeste provincia Duarte, La Vega, al Suroeste; Monte Plata, al Oeste; Monseñor Nouel, mientras que Cotuí colinda, al Este con el Distrito Municipal de La Cueva y el Municipio de Cevicos; Al Sur con Yamasá, al norte Pimentel y Villa Rivas y al Oeste con el municipio de Villa La Mata y Fantino. Estas dos últimas demarcaciones adjunta a La Cueva, Cevicos y Cotuí, constituyen la totalidad de la provincia Sánchez Ramírez.

Cotuí, es la capital de la provincia Sánchez Ramírez, fue fundado en el 1505, por orden del gobernador de la época Fray Nicolás de Ovando. La misma se convierte en provincia el 16 de agosto de 1952. Su nombre hace honor al Brigadier Juan Sánchez Ramírez, por ser su ciudad “la primera población se fundó en lo que es hoy el distrito municipal de Zambrana; pero habiéndose presentado una plaga de hormiga que mataba a los niños, se abandonó el lugar, desde entonces se conoce como Pueblo Viejo” (Rincón, 2017).

Aspectos demográficos

“Según el Censo Nacional de Población y Vivienda del 2010, la provincia de Sánchez Ramírez, contaba con una población de 151,392, habitantes, de los cuales 78,310 eran hombres y 73,082 mujeres. El municipio cabecera, tiene una población de 76,554 habitantes, de los cuales 39,403 son hombres y 37,151 mujeres. La población urbana era de 49,530 y la zona rural 27,024 habitantes, estos poblacionales incluyen a los habitantes del Distrito Municipal de Quita Sueño y el municipio de La Mata para la finalidad educativa pertenece a Cotuí” (Pág. 36).

“La provincia Sánchez Ramírez, tiene una superficie de 1,196 km cuadrados, territorialmente está dividida en cuatro municipios: Cotuí, Cevicos, Fantino y La Mata, Cotuí, cuenta con 5 Distritos Municipales: Platanal, Quita Sueño, Zambrana, Caballero y Comedero Arriba” (Rincón, 2017).

Aspectos socioculturales

“El carnaval Cotuisano es uno de los más vistosos y originales del país, cuenta con una diversidad de personajes, entre los que se destacan: Los papeluces, funduces, platanuces, el medio día, la culebra, los siete pecados, satán y el chiquito afuera y el grande tapao. También se pueden mencionar el personaje de Juampa, quien se viste cada año de diferente forma, patón o peteca, quien fue un artesano que construía caretas y disfraces de pico de cotorras, de diablo cojuelo, de creta de gallos, trompa de cerdo, entre otros. Jesús María Estévez artesano de caretas y disfraces, además se pueden mencionar las fiestas del Espíritu Santo y la fiesta de la Inmaculada Concepción, quien es la patrona de la ciudad de Cotuí” (Rincón, 2017).

“En las actividades artísticas se han destacado principalmente el grupo Las Zafras, organización cultural fundada por Bienvenido Mejía, de las cuales han surgido diferentes artistas: Juan Bravo, Valentín Acosta, Francis Robles, Dali Jáquez y Carlos Hinojoza. Como escultor se ha destacado Rubén Sánchez” (Rincón, 2017).

Aspectos económicos

En el plano económico, la provincia tiene su base en la producción de: arroz, piña y cítricos. Además, de algunos frutos menores. En la misma existen factorías de arroz, se cuenta con empacadora de frutas. La economía de Cotuí está en la agropecuaria junto al municipio de Cevicos, producen el 75% de la piña producida en el país para exportación, es importante destacar que existen grandes extensiones de terreno dedicado a la ganadería. Existen yacimientos mineros de oro y plata en Pueblo Viejo, explotada en la actualidad por la Barrick Gold. (Ibídem).

Aspectos educativos

El sistema educativo de la provincia Sánchez Ramírez, está estructurado por: Nivel Inicial, Nivel Primario, Nivel Secundario y el sub-sistema de Adultos, coordinador por Dirección Regional de Educación 16, la cual está integrado por los diferentes Distritos Educativos; 16-01 Cotuí, 16-02, Fantino, 16-03 Cevicos, 16-04, Bonao Nordeste, 16-05

Piedra Blanca, 16-06 Bonaó Suroeste y 16-07 de Villa La Mata. Estos tres últimos perteneciente a la provincia Monseñor Nouel.

El Distrito Educativo 16-01 de Cotuí, está constituido por 156 planteles educativos, de los cuales 128 pertenecen al sector público y 28 al sector privado. En la actualidad la cantidad de estudiantes de ambos sectores es de 25,093 alumnos/as. En cuanto al personal docente y administrativo es de 1,902 y 662 respectivamente.

1.8 Alcance y límite de la investigación

Delimitación de contenido:

Área: Gestión y Auditoría Ambiental

Aspecto: Contaminación ambiental por residuos de hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz en Cotuí, provincia Sánchez Ramírez

Delimitación espacial: Esta investigación se llevará a cabo para analizar el nivel de contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí, con el fin de proponer estrategias de mitigación efectivas.

Delimitación temporal: Esta investigación se realizará durante el período Febrero/Agosto del 2024.

Alcance investigativo: Analizar el nivel de contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí, con el fin de proponer estrategias de mitigación efectivas.

1.9 Definición de términos

Aceite usado: Cualquier aceite refinado del petróleo o sintético que ha sido utilizado y como resultado de tal uso está contaminado por impurezas físicas o químicas. (EPA, 2021).

Bioacumulación: Proceso por el cual ciertas sustancias se acumulan en los tejidos de los organismos vivos en concentraciones cada vez mayores a medida que se asciende en la cadena alimentaria. (UNEP, 2020).

Contaminación ambiental: Presencia de sustancias nocivas en el ambiente que pueden causar efectos adversos en los seres vivos y los ecosistemas. (WHO, 2022).

Economía circular: Modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. (European Parliament, 2023).

Gestión de residuos peligrosos: Conjunto de actividades destinadas a dar a los residuos peligrosos el destino final más adecuado de acuerdo con sus características. (OECD, 2018).

Hidrocarburos totales de petróleo (HTP): Describe una gran familia de varios cientos de compuestos químicos originados del petróleo crudo. (ATSDR, 2021).

Hidrocarburos: Compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. (Speight, 2017).

Remediación ambiental: Proceso de eliminación de contaminantes del medio ambiente para la protección general de la salud humana y del medio ambiente. (EPA, 2022).

Residuos de hidrocarburos: Materiales que contienen o están contaminados con hidrocarburos y que ya no tienen un uso primario. (EPA, 2021).

Taller de mecánica automotriz: Establecimiento donde se realiza el mantenimiento y reparación de vehículos motorizados. (SAE International, 2019).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se presentan los fundamentos teóricos que constituyen el marco teórico, abordando de manera general las teorías que sustentan cada uno de los aspectos de las variables y los indicadores.

2.1 Prácticas de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos

Se refieren al conjunto de acciones y procedimientos implementados en los talleres de mecánica automotriz para gestionar los residuos de hidrocarburos desde su generación hasta su disposición final. Estas prácticas son fundamentales para minimizar el impacto ambiental y los riesgos para la salud asociados con estos residuos peligrosos (EPA, 2021).

2.1.1 Hidrocarburos

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados por átomos de hidrogeno y carbono, (Villavicencio, 2018). De forma natural no causan impacto ambiental, se convierten en peligrosos cuando son procesados para sus distintas aplicaciones como productos hidrocarbúrficos, durante muchos años el inadecuado manejo de sus residuos de ha sido un problema que tiene repercusiones en el medio socioambiental. Bustos (2016), citado en Villavicencio (Villavicencio, 2018) afirmó que los hidrocarburos estipulan una actividad económica de primera importancia a nivel mundial, una de las principales actividades consideradas como fuentes de contaminación de hidrocarburos son los talleres mecánicos que usan tales como benceno, otros hidrocarburos aromáticos, fenoles e hidrocarburos halogenados.

2.1.1.1 Residuos de hidrocarburos

En los procesos de mantenimiento y reparación de automóvil genera residuos, que, por su deficiente manejo durante los procesos automotriz, se ha convertido en una actividad creciente que genera daños ambientales. Villavicencio (2018) los hidrocarburos se mezclan con las aguas en las fuentes de abastecimientos subterráneos y superficiales, así como en otros cuerpos de agua es un hecho que ocurre con relativa frecuencia. González (2018) este tipo residuos produce un cambio en las características organolépticas del agua y su

ingestión representa un riesgo para la salud; asimismo, el ecosistema puede sufrir afectaciones debidas al impacto negativo de estos contaminantes sobre sus diferentes componentes.

El manejo adecuado de residuos de hidrocarburos implica la segregación correcta de diferentes tipos de residuos, como aceites usados, líquidos de frenos y anticongelantes. Esto facilita su tratamiento específico y previene la contaminación cruzada. El almacenamiento temporal en contenedores apropiados, correctamente etiquetados y ubicados en áreas designadas con medidas de contención secundaria, es crucial para prevenir derrames y fugas (OSHA, 2022).

La manipulación segura de estos residuos requiere el uso de equipos y técnicas adecuadas para minimizar el riesgo de derrames y exposición. Además, el mantenimiento de registros detallados sobre la generación, almacenamiento y transferencia de residuos es esencial para el cumplimiento normativo y la gestión eficiente (UNEP, 2020).

En cuanto a la disposición, las prácticas incluyen el reciclaje de aceites usados y otros residuos cuando sea posible, contribuyendo así a la economía circular. Para los residuos que no pueden ser reciclados, se aplican métodos de tratamientos físicos, químicos o biológicos para reducir su peligrosidad antes de la disposición final. La disposición final debe realizarse mediante métodos autorizados y ambientalmente seguros, como la incineración controlada o el confinamiento en instalaciones especializadas (European Commission, 2019).

Es fundamental la contratación de gestores autorizados para el transporte, tratamiento y disposición final de los residuos de hidrocarburos. Asimismo, el cumplimiento de las regulaciones locales, nacionales e internacionales sobre el manejo y disposición de residuos peligrosos es imprescindible (OECD, 2018).

2.1.1.2 Contaminación por residuos sólidos de hidrocarburos en Talleres Automotriz

La contaminación por hidrocarburos de los talleres automotriz es un problema ambiental negativo que puede tener un impacto significativo en el suelo, el agua y el aire.

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que se encuentran en el petróleo y otros combustibles fósiles. Cuando se liberan al medio ambiente, pueden contaminar los recursos naturales y causar daños a la vida silvestre y la salud humana.

Los talleres mecánicos para Zumba (2014), citado en Villavicencio (2018) es un lugar donde uno o más técnicos mecánicos reparan automóviles, motocicletas y otros vehículos, para Toledo (2014) es el establecimiento donde se reparan las averías de los automóviles. Ambos autores coinciden que es el conjunto de áreas específicas para el mantenimiento automotriz, en estas áreas se pueden llevar actividades tales como mecánica exprés, avanzada, reparaciones de las partes mecánicas como motores, transmisiones, sistemas de suspensión, dirección, enfriamiento y todo lo correspondiente al mantenimiento específico de partes mecánicas de un automotor. Según Cantillo (2014) algunos servicios que tienen los talleres mecánicos son: desabolladora, pintura, accesorios, mecánica general.

La Agencia Europea de Medio Ambiente estima que los talleres de mecánica automotriz generan alrededor de 1,5 millones de toneladas de residuos de hidrocarburos al año en Europa. Los principales tipos de residuos de hidrocarburos generados por los talleres de mecánica automotriz son el aceite usado, el líquido de frenos y el refrigerante.

La Organización Mundial de la Salud. (2021). Contaminación por hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz. Ginebra, Suiza describe los impactos negativos de la contaminación por hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz puede contaminar el suelo, el agua y el aire, y tener un impacto negativo en la salud humana y el medio ambiente.

González (2022) reportando que las principales fuentes de contaminación por hidrocarburos en los talleres de mecánica automotriz de Arequipa en Perú, son las fugas de combustible, el humo de escape y los líquidos de desecho, Además, los hidrocarburos pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, contribuyendo a la contaminación del aire, la contaminación del agua y el cambio climático y asimismo, los

hidrocarburos también pueden tener un impacto negativo en la salud humana, causando problemas respiratorios, cáncer y daños al sistema nervioso.

Lombana, González y Quintero (2015) encontraron que los talleres de mecánica automotriz generan una gran cantidad de residuos peligrosos, incluyendo hidrocarburos, metales pesados y aceites lubricantes, Además, estos residuos pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente, contaminando el aire, el agua y el suelo y es importante tomar medidas para controlar la generación de residuos peligrosos en los talleres de mecánica automotriz.

Pérez (2021), reportó que los talleres mecánicos generan una gran cantidad de residuos peligrosos, que incluyen hidrocarburos, aceites lubricantes, baterías, filtros, refrigerantes, y otros. Estos residuos pueden contaminar el suelo, el agua, y el aire, causando daños a la salud humana y al medio ambiente.

Pimentel Rojas (2021) sobre la contaminación por hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz es un problema ambiental grave que afecta a las comunidades cercanas a talleres de mecánica automotriz y es importante tomar medidas para controlar esta contaminación para proteger la salud humana y el medio ambiente.

Acosta y Hernández (2022) reportan que la contaminación por hidrocarburos en talleres de mecánica proviene de diferentes fuentes de contaminación, los efectos ambientales y los métodos de control. También los talleres de mecánica son una fuente importante de contaminación por hidrocarburos, en especial por los derrames de combustible y lubricantes, las emisiones de escape y los residuos de limpieza, teniendo efectos negativos en el medio ambiente y la salud humana.

Díaz y López (2021) al abordar la contaminación por hidrocarburos en talleres reportaron que los talleres de mecánica son una de las principales fuentes de contaminación por hidrocarburos.

Métodos de almacenamiento temporal de residuos

El almacenamiento temporal de residuos es un componente crítico en la cadena de gestión integral de residuos. La selección e implementación adecuada de métodos de almacenamiento no solo facilita la recolección y el transporte eficientes, sino que también juega un papel crucial en la protección del medio ambiente y la salud pública. A medida que las ciudades crecen y los desafíos ambientales se intensifican, la innovación en tecnologías de almacenamiento y la optimización de los sistemas existentes serán cada vez más importantes para lograr una gestión de residuos sostenible y eficaz.

Este almacenamiento se refiere al proceso de contener y mantener los desechos de manera segura y controlada durante un período limitado antes de su disposición final o tratamiento. Este proceso es crucial en la gestión integral de residuos, ya que permite la acumulación de cantidades suficientes para su eficiente recolección y transporte, además de prevenir la contaminación ambiental y los riesgos para la salud pública (Tchobanoglous et al., 2002).

El diseño y la gestión adecuados de los sistemas de almacenamiento temporal de residuos son cruciales para prevenir impactos negativos en el medio ambiente y la salud pública. Esto incluye el control de olores, la prevención de la proliferación de vectores, y la contención de lixiviados. La implementación de buenas prácticas en el almacenamiento temporal contribuye significativamente a la sostenibilidad de los sistemas de gestión de residuos (Giusti, 2009).

2.1.2.1 Tipos de contenedores para almacenamiento temporal

2.1.2.1.1 Contenedores domésticos

Los contenedores domésticos son recipientes utilizados en hogares y pequeños establecimientos para el almacenamiento temporal de residuos. Estos pueden variar en tamaño y material, incluyendo plástico, metal o incluso materiales biodegradables. La selección adecuada de estos contenedores es esencial para mantener la higiene y facilitar la separación de residuos en origen (Worrell & Vesilind, 2012).

2.1.2.1.2 Contenedores comunitarios

Los contenedores utilizados para almacenar residuos peligrosos, deben estar en buenas condiciones, ser compatibles con los residuos almacenados en ellos, y permanecer cerrados excepto cuando se agreguen o eliminen residuos. (OSHA, 2022).

Los contenedores comunitarios son unidades de mayor capacidad diseñadas para servir a un grupo de viviendas o establecimientos. Estos pueden ser contenedores de superficie o subterráneos, y suelen estar equipados con sistemas de apertura especiales para prevenir el acceso no autorizado y controlar olores. Su implementación requiere una planificación cuidadosa para asegurar una ubicación accesible y un vaciado frecuente (Christensen, 2011).

2.1.2.1.3 Contenedores inteligentes

Los contenedores inteligentes incorporan tecnología para optimizar el almacenamiento y la recolección de residuos. Estos pueden incluir sensores de llenado, sistemas de compactación integrados, y comunicación en tiempo real con los servicios de recolección. Esta tecnología permite una gestión más eficiente de los recursos y rutas de recolección (Hannan et al., 2015).

2.1.2.1.4 Sistemas neumáticos de recolección

Estos sistemas de recolección utilizan una red de tuberías subterráneas para transportar los residuos desde puntos de almacenamiento temporal hasta una estación central de recolección. Este método reduce la necesidad de contenedores visibles en la vía pública y minimiza el tráfico de vehículos de recolección (Teerioja et al., 2012).

2.1.2.1.5 Estaciones de transferencia

Son instalaciones donde los residuos recolectados de contenedores más pequeños se almacenan temporalmente y se consolidan para su transporte a instalaciones de tratamiento o disposición final. Estas estaciones juegan un papel crucial en la optimización de los sistemas de gestión de residuos, especialmente en áreas urbanas grandes o densamente pobladas (EPA, 2022).

2.1.2.2 Métodos de almacenamiento según el tipo de residuo

2.1.2.2.1 Almacenamiento de residuos sólidos urbanos

El almacenamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) implica la contención de desechos domésticos y comerciales no peligrosos. Los métodos incluyen el uso de bolsas plásticas, contenedores con ruedas, y en algunos casos, sistemas de almacenamiento subterráneo. La frecuencia de recolección y el volumen de generación son factores clave en la selección del método de almacenamiento (Zhu et al., 2008).

2.1.2.2.2 Almacenamiento de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos requieren métodos de almacenamiento especializados debido a sus características tóxicas, reactivas, inflamables o corrosivas. Esto puede incluir contenedores sellados, áreas de contención secundaria, y sistemas de ventilación. El almacenamiento de estos residuos está sujeto a regulaciones estrictas para prevenir riesgos ambientales y de salud (LaGrega et al., 2010).

2.1.2.2.3 Almacenamiento de residuos reciclables

El almacenamiento de materiales reciclables generalmente involucra contenedores separados para diferentes tipos de materiales como papel, plástico, vidrio y metal. Estos contenedores suelen ser de colores distintivos o estar claramente etiquetados para facilitar la separación correcta. El diseño de estos sistemas de almacenamiento debe considerar la protección de los materiales de la intemperie y la contaminación cruzada (Worrell & Reuter, 2014).

Separación de residuos por tipo de hidrocarburo

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados principalmente por átomos de carbono e hidrógeno. Estos compuestos son la base de los combustibles fósiles y juegan un papel crucial en la industria petroquímica. Sin embargo, su uso y procesamiento generan diversos tipos de residuos que requieren una gestión adecuada para minimizar el impacto ambiental (Speight, 2014).

La separación de residuos por tipo de hidrocarburo es un proceso fundamental en la gestión de desechos industriales, especialmente en sectores como la refinería de petróleo,

la petroquímica y la industria química. Este proceso permite no solo cumplir con regulaciones ambientales, sino también recuperar materiales valiosos y reducir los costos de disposición final (Patel et al., 2019).

Es un campo en constante evolución, impulsado por la necesidad de gestionar de manera más eficiente y sostenible los desechos de la industria petroquímica. A medida que se desarrollan nuevas tecnologías y se mejoran las existentes, se espera que la capacidad para tratar estos residuos de manera efectiva y económica continúe mejorando, contribuyendo así a la protección del medio ambiente y la recuperación de recursos valiosos.

2.1.3.1 Clasificación de residuos de hidrocarburos

Los residuos de hidrocarburos se pueden clasificar en varias categorías según su composición química y propiedades físicas, esta clasificación es esencial para determinar los métodos de separación y tratamiento más adecuados (Fingas, 2016).

Residuos líquidos: Incluyen aceites usados, solventes y aguas contaminadas con hidrocarburos. **Residuos sólidos:** Comprenden lodos de perforación, suelos contaminados y sedimentos. **Residuos gaseosos:** Emisiones de compuestos orgánicos volátiles (VOCs) y otros gases de hidrocarburos.

2.1.3.2 Técnicas de separación de residuos de hidrocarburos

2.1.3.2.1 Separación física:

Es a menudo el primer paso en el tratamiento de residuos de hidrocarburos.

Algunas técnicas comunes incluyen: **Sedimentación:** Utiliza la gravedad para separar partículas sólidas de líquidos. **Filtración:** Emplea medios porosos para remover sólidos suspendidos. **Centrifugación:** Aplica fuerza centrífuga para separar componentes de diferentes densidades. Estas técnicas son particularmente efectivas para la separación inicial de fases en mezclas de agua y aceite (Cheremisinoff, 2016).

2.1.3.2.2 Separación química

Los métodos químicos se utilizan para separar hidrocarburos específicos o para modificar sus propiedades

Extracción con solventes: Utiliza solventes orgánicos para separar hidrocarburos de matrices sólidas o acuosas. **Precipitación química:** Añade reactivos para precipitar contaminantes específicos. **Oxidación avanzada:** Emplea oxidantes fuertes para degradar hidrocarburos complejos. Estas técnicas son especialmente útiles para el tratamiento de aguas residuales contaminadas con hidrocarburos (Hu et al., 2021).

2.1.3.2.3 Separación térmica

Los procesos térmicos aprovechan las diferencias en los puntos de ebullición de los hidrocarburos: **Destilación:** Separa componentes basándose en sus diferentes puntos de ebullición. **Desorción térmica:** Utiliza calor para volatilizar contaminantes de matrices sólidas. **Incineración:** Destruye residuos de hidrocarburos a altas temperaturas. Estos métodos son eficaces para tratar residuos con altos contenidos de hidrocarburos, pero requieren un control cuidadoso de las emisiones (Khan et al., 2018).

2.1.3.3 Tecnologías emergentes en la separación de residuos de hidrocarburos

2.1.3.3.1 Bioremediación

Es una tecnología que utiliza microorganismos para degradar hidrocarburos en compuestos menos tóxicos. Esta técnica es particularmente útil para el tratamiento de suelos y aguas contaminadas. Según Varjani et al. (2017), la biorremediación ofrece una solución sostenible y rentable para la gestión de residuos de hidrocarburos a largo plazo.

2.1.3.3.2 Nanotecnología

Las nanopartículas están siendo investigadas por su potencial para mejorar la eficiencia de la separación de hidrocarburos. Por ejemplo, las nanopartículas magnéticas pueden ser utilizadas para la remoción selectiva de hidrocarburos en aguas residuales (Patil et al., 2020).

2.1.3.3.3 Membranas avanzadas

Las tecnologías de membrana, como la ósmosis inversa y la nanofiltración, están ganando terreno en la separación de hidrocarburos de corrientes de agua. Estas técnicas ofrecen una alta eficiencia de separación y la posibilidad de recuperar tanto el agua como los hidrocarburos (Padaki et al., 2015).

2.1.3.4 Desafíos y perspectivas futuras

A pesar de los avances en las técnicas de separación, la gestión de residuos de hidrocarburos sigue enfrentando desafíos significativos:

Complejidad de las mezclas: Los residuos de hidrocarburos a menudo contienen una amplia gama de compuestos, lo que dificulta su separación completa. **Costos operativos:** Muchas técnicas avanzadas de separación tienen altos costos de implementación y operación. **Impacto ambiental:** Algunos métodos de separación pueden generar subproductos peligrosos o consumir grandes cantidades de energía.

Método de disposición final de residuos

La disposición final de residuos es un aspecto crucial en la gestión integral de residuos sólidos. Se refiere al proceso mediante el cual los desechos que no pueden ser reutilizados, reciclados o valorizados de otra manera son depositados de forma permanente en instalaciones diseñadas para tal fin. El objetivo principal es minimizar los impactos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente.

La elección del método de disposición final de residuos depende de diversos factores, incluyendo la composición de los residuos, las condiciones geográficas y climáticas, los recursos económicos disponibles y las regulaciones ambientales locales. Una gestión integral de residuos efectiva generalmente implica la combinación de varios métodos, priorizando la reducción, reutilización y reciclaje antes de la disposición final.

Es crucial que cualquier método de disposición final se implemente con las mejores prácticas y tecnologías disponibles para minimizar los impactos ambientales y proteger la salud pública. Además, la educación ambiental y la participación ciudadana son fundamentales para el éxito de cualquier sistema de gestión de residuos.

2.1.4.1 Relleno sanitario

El relleno sanitario es un método de ingeniería para la disposición de residuos sólidos en el suelo, diseñado y operado para proteger el ambiente. Se basa en principios de confinamiento y compactación de los residuos en un área lo más estrecha posible, cubriéndolos diariamente con capas de tierra.

Según Jaramillo (2002), "El relleno sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo".

Características principales: Impermeabilización del suelo para prevenir la contaminación de aguas subterráneas. Sistema de recolección y tratamiento de lixiviados. Sistema de captación y aprovechamiento o quema de biogás. Cobertura diaria de los residuos para evitar la proliferación de vectores.

2.1.4.1.1 Incineración

Es un proceso térmico que implica la combustión de materiales orgánicos contenidos en los residuos. Este método reduce significativamente el volumen de los desechos, convirtiéndolos en cenizas, gases de combustión y calor.

De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2019), "La incineración de residuos municipales implica la combustión de desechos orgánicos a altas temperaturas, típicamente entre 850 y 1100°C".

2.1.4.1.2 Ventajas y desventajas

Ventajas: Reducción significativa del volumen de residuos (hasta un 90%). Posibilidad de recuperación energética.

Desventajas: Altos costos de inversión y operación. Emisiones atmosféricas que requieren sistemas avanzados de control. Generación de cenizas que pueden contener sustancias tóxicas.

2.1.4.1.3 Compostaje

El compostaje es un proceso biológico controlado que convierte los residuos orgánicos en un producto estable y rico en nutrientes llamado compost. Aunque no es estrictamente un método de disposición final, se considera una alternativa importante para reducir la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios.

Haug (1993) define el compostaje como "la descomposición biológica y estabilización de sustratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termofílicas como resultado del calor producido biológicamente, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas, y que puede ser aplicado beneficiosamente al suelo".

2.1.4.1.4 Etapas del proceso:

Fase mesófila: Inicio de la descomposición por bacterias mesófila. Fase termófila: Aumento de temperatura y actividad de bacterias termófilas. Fase de enfriamiento: Disminución de la temperatura y recolonización por bacterias mesófilas. Fase de maduración: Estabilización y maduración del compost.

2.1.4.2 Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB)

El Tratamiento Mecánico-Biológico (TMB) es un proceso que combina la clasificación y el tratamiento mecánico de los residuos con el tratamiento biológico de la fracción orgánica. Aunque no es un método de disposición final en sí mismo, contribuye

significativamente a reducir el volumen y la peligrosidad de los residuos que finalmente se disponen.

Según la Asociación Internacional de Residuos Sólidos (ISWA, 2013), "El TMB es un término genérico para la integración de varios procesos comúnmente utilizados para el tratamiento de residuos domésticos mixtos (y similares), basados en la combinación de procesos mecánicos (por ejemplo, la trituración y el cribado) y biológicos (por ejemplo, el compostaje y la digestión anaerobia)".

2.1.5 Implementación de medidas de prevención de derrames

Las instalaciones deben implementar controles de ingeniería, como contención secundaria, y prácticas operativas para prevenir derrames durante el manejo y almacenamiento de residuos de hidrocarburos" (IPIECA, 2020). La prevención de derrames es un aspecto crucial en la gestión de riesgos ambientales y la seguridad industrial. Se refiere al conjunto de medidas, procedimientos y tecnologías implementadas para evitar la liberación accidental de sustancias peligrosas al medio ambiente. Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), "la prevención de derrames no solo protege el medio ambiente, sino que también ahorra dinero y reduce la responsabilidad legal" (EPA, 2021).

Esta no debe ser un esfuerzo único, sino un proceso continuo de mejora. Esto implica analizar incidentes pasados, incorporar nuevas tecnologías y actualizar procedimientos regularmente. Como señala Vinnem (2010) en su libro sobre gestión de riesgos offshore, "el aprendizaje de incidentes y casi accidentes es crucial para mejorar continuamente los sistemas de prevención de derrames".

Marco regulatorio

El marco regulatorio se refiere al conjunto de leyes, reglamentos y normas que rigen la prevención y manejo de derrames en una jurisdicción determinada. Las regulaciones sobre prevención de derrames varían según el país y la industria. En Estados Unidos, por ejemplo, la Ley de Agua Limpia (Clean Water Act) y la Ley de Conservación y

Recuperación de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act) establecen los requisitos básicos para la prevención y respuesta a derrames.

La Organización Marítima Internacional (OMI) ha establecido el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), que regula la prevención de derrames en el ámbito marítimo internacional (OMI, 2023).

Evaluación de riesgos

La evaluación de riesgos es el proceso sistemático de identificar, analizar y evaluar los peligros potenciales asociados con el manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas. Antes de implementar medidas de prevención, es esencial realizar una evaluación exhaustiva de riesgos. Esto implica identificar las áreas y procesos con mayor probabilidad de derrames, así como las consecuencias potenciales. Según Khan y Abbasi (1998), "una evaluación de riesgos efectiva es la base para el diseño de medidas de prevención de derrames adecuadas y eficientes".

Diseño de instalaciones y equipos

Se refiere a la planificación y construcción de infraestructuras y la selección de equipos diseñados específicamente para prevenir y contener derrames. El diseño apropiado de las instalaciones es fundamental para prevenir derrames. Esto incluye la implementación de sistemas de contención secundaria, como diques y muros de contención alrededor de tanques de almacenamiento. La American Petroleum Institute (API) proporciona directrices detalladas para el diseño de tanques de almacenamiento y sistemas de contención en su estándar API 650 (API, 2020).

Procedimientos operativos y capacitación

Son las prácticas estandarizadas y los programas de formación diseñados para asegurar que el personal opere de manera segura y sepa cómo prevenir y responder a los derrames. Los procedimientos operativos estandarizados (POE) son cruciales para prevenir derrames. Estos deben incluir instrucciones detalladas para el manejo seguro de materiales, la transferencia de líquidos y el mantenimiento de equipos. La capacitación regular del

personal es igualmente importante. Como señala la Occupational Safety and Health Administration (OSHA), "la capacitación efectiva puede reducir significativamente la frecuencia y gravedad de los incidentes de derrames" (OSHA, 2022).

Tecnologías de prevención y detección

Son los sistemas y dispositivos avanzados utilizados para prevenir derrames o detectarlos rápidamente cuando ocurren. La implementación de tecnologías modernas puede mejorar significativamente la prevención de derrames. Esto incluye sistemas de monitoreo en tiempo real, sensores de nivel, alarmas automáticas y válvulas de cierre de emergencia. Un estudio realizado por Zhang et al. (2019) demostró que "la implementación de sistemas de detección temprana puede reducir el tiempo de respuesta a derrames en hasta un 60%, minimizando significativamente el impacto ambiental".

Planes de respuesta a emergencias

Son los protocolos y procedimientos predefinidos para responder rápida y eficazmente a un derrame una vez que ha ocurrido. Aunque el enfoque principal está en la prevención, es crucial tener planes de respuesta a emergencias bien desarrollados. Estos planes deben detallar los pasos a seguir en caso de un derrame, incluyendo la notificación a las autoridades, la contención del derrame y la limpieza. La International Association of Oil & Gas Producers (IOGP) recomienda que "los planes de respuesta a emergencias sean regularmente probados y actualizados para asegurar su efectividad" (IOGP, 2021).

Nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud

El nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud es un factor multidimensional que influye significativamente en la percepción del riesgo, la toma de decisiones y el comportamiento preventivo. La mejora de este conocimiento a través de la educación, la comunicación efectiva y la participación pública es esencial para abordar los desafíos ambientales y de salud contemporáneos. Este conocimiento abarca la comprensión de los peligros potenciales, sus causas, efectos y las medidas preventivas o mitigadoras que pueden adoptarse.

Según Pidgeon et al. (2003), el conocimiento del riesgo se define como "la capacidad de los individuos y grupos para identificar, comprender y evaluar los peligros y amenazas potenciales en su entorno".

Un estudio realizado por Slovic (1987) demostró que el nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud varía significativamente entre diferentes grupos demográficos y está influenciado por factores como la educación, la experiencia personal y la exposición a la información. Este autor argumenta que "la percepción del riesgo está estrechamente relacionada con el nivel de conocimiento, pero también está modulada por factores psicológicos y culturales".

En el contexto de los riesgos ambientales, el conocimiento público desempeña un papel fundamental en la formulación de políticas y en la toma de decisiones. Según un estudio de O'Connor et al. (1999), "el nivel de conocimiento sobre el cambio climático está positivamente correlacionado con la disposición a tomar medidas para mitigar sus efectos". Esto subraya la importancia de la educación ambiental en la promoción de comportamientos sostenibles.

En cuanto a los riesgos para la salud, Weinstein (1999) señala que "el conocimiento preciso sobre los factores de riesgo para enfermedades crónicas es esencial para la adopción de comportamientos preventivos". Sin embargo, el mismo autor advierte que el conocimiento por sí solo no siempre es suficiente para cambiar el comportamiento, destacando la complejidad de la relación entre conocimiento y acción.

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018) enfatiza la importancia de mejorar el conocimiento público sobre los riesgos ambientales y de salud como parte integral de sus estrategias de promoción de la salud. Según la OMS, "la alfabetización en salud, que incluye la comprensión de los riesgos ambientales, es un determinante clave de la salud poblacional".

Un aspecto importante del nivel de conocimiento sobre riesgos es la capacidad de las personas para procesar y evaluar la información científica. Fischhoff (1995) argumenta

que "la comunicación efectiva del riesgo requiere no solo proporcionar información, sino también desarrollar la capacidad del público para interpretar y utilizar esa información".

En el ámbito de la salud ocupacional, Arezes y Miguel (2008) encontraron que "el nivel de conocimiento sobre los riesgos laborales está directamente relacionado con la adopción de medidas de seguridad en el trabajo". Esto resalta la importancia de programas de formación y concienciación en entornos laborales.

Es importante señalar que el nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud no es estático, sino que evoluciona con el tiempo en respuesta a nuevos descubrimientos científicos, cambios en las condiciones ambientales y eventos significativos. Por ejemplo, Kasperson et al. (1988) propusieron la teoría de la "amplificación social del riesgo", que explica cómo los eventos relacionados con el riesgo interactúan con procesos psicológicos, sociales e institucionales de manera que amplifican o atenúan las percepciones del riesgo y el comportamiento relacionado.

2.2.1 Conocimiento de tipos de residuos peligrosos

El conocimiento profundo sobre los tipos de residuos peligrosos, sus impactos y métodos de gestión es crucial para proteger la salud humana y el medio ambiente. A medida que la generación de residuos peligrosos continúa aumentando globalmente, la educación, la investigación y la implementación de políticas efectivas se vuelven cada vez más importantes para abordar este desafío ambiental crítico.

Los residuos peligrosos son materiales que representan un riesgo significativo para la salud humana y el medio ambiente. Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2021), un residuo se considera peligroso si exhibe al menos una de las siguientes características: inflamabilidad, corrosividad, reactividad o toxicidad. El conocimiento adecuado sobre estos tipos de residuos es crucial para su manejo seguro y la prevención de impactos negativos en el ecosistema y la salud pública.

2.2.1.1 Clasificación de residuos peligrosos

Residuos inflamables: Son aquellos que pueden encenderse fácilmente y sostener la combustión. Ejemplos incluyen solventes, aceites y algunos tipos de pinturas. Según un estudio reciente de Zhang et al. (2023), "los residuos inflamables representan aproximadamente el 30% de todos los residuos peligrosos generados en entornos industriales".

Residuos corrosivos: Los residuos corrosivos pueden destruir tejidos vivos o materiales al contacto. Ácidos fuertes y bases son ejemplos típicos. De acuerdo con Martínez-López et al. (2022), "el manejo inadecuado de residuos corrosivos es responsable del 15% de los accidentes relacionados con residuos peligrosos en instalaciones de tratamiento".

Residuos reactivos: Estos residuos son inestables y pueden reaccionar violentamente bajo condiciones normales. Incluyen explosivos, material radiactivo y ciertos compuestos químicos. Un informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2022) señala que "los residuos reactivos, aunque menos comunes, presentan los mayores desafíos en términos de almacenamiento y transporte seguros".

Residuos tóxicos: Los residuos tóxicos son aquellos que pueden causar daños a la salud humana o al medio ambiente si se ingieren, inhalan o absorben a través de la piel. Pesticidas, metales pesados y ciertos productos farmacéuticos entran en esta categoría. Según un estudio de Wang et al. (2024), "la exposición a largo plazo a bajos niveles de residuos tóxicos puede tener efectos acumulativos significativos en la salud, incluso cuando las concentraciones están por debajo de los límites regulatorios".

2.2.2 Impacto ambiental y en la salud

El conocimiento sobre el impacto de los residuos peligrosos es fundamental para su gestión adecuada. Un meta análisis realizado por Rodríguez-Eugenio et al. (2023) concluyó que "la contaminación por residuos peligrosos está asociada con un aumento del 20% en el riesgo de cáncer en comunidades cercanas a sitios de disposición inadecuados".

En cuanto al impacto ambiental, Nkwunonwo y Okeke (2022) señalan que "la lixiviación de residuos peligrosos es responsable de la contaminación del 5% de los acuíferos en países en desarrollo, afectando directamente la disponibilidad de agua potable".

2.2.3 Gestión y regulación

El conocimiento de las regulaciones es crucial para el manejo adecuado de residuos peligrosos. La Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo sobre residuos establece un marco legal para el tratamiento de residuos en la Unión Europea, incluyendo una jerarquía de residuos que prioriza la prevención, reutilización, reciclaje y recuperación sobre la eliminación (Comisión Europea, 2022).

En el contexto global, el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación proporciona un marco internacional para la gestión de residuos peligrosos (PNUMA, 2023).

2.2.4 Tecnologías de tratamiento

El conocimiento de las tecnologías de tratamiento es esencial para la gestión efectiva de residuos peligrosos. Según Li et al. (2024), "las tecnologías avanzadas de oxidación han demostrado una eficacia del 99% en la degradación de contaminantes orgánicos persistentes en residuos líquidos peligrosos".

Por otro lado, Sharma y Pandey (2023) destacan que "la fitorremediación emerge como una solución prometedora y costo-efectiva para la rehabilitación de suelos contaminados con metales pesados, mostrando tasas de extracción de hasta el 80% en condiciones óptimas".

2.2.2 Comprensión de los efectos ambientales

La comprensión de los efectos ambientales requiere un enfoque interdisciplinario y sistémico. Steffen et al. (2018) argumentan que "necesitamos una comprensión holística

de cómo los diferentes efectos ambientales interactúan y se amplifican mutuamente para poder desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación".

Los efectos ambientales se refieren a las consecuencias de las actividades humanas y los procesos naturales en el entorno. La comprensión de estos efectos es crucial para desarrollar políticas efectivas de gestión ambiental y promover la sostenibilidad. Según Rockström et al. (2021), "la comprensión de los efectos ambientales es fundamental para navegar el Antropoceno y garantizar un futuro sostenible para la humanidad dentro de los límites planetarios".

Cambio climático y sus impactos

El cambio climático es uno de los efectos ambientales más significativos y ampliamente estudiados. Sus impactos son diversos y de gran alcance. De acuerdo con el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (2021), "el cambio climático ya está afectando a todas las regiones habitadas del mundo, con impactos en los sistemas naturales y humanos que son más generalizados y severos de lo estimado anteriormente".

Los efectos del cambio climático incluyen: Aumento de las temperaturas globales; Cambios en los patrones de precipitación; Aumento del nivel del mar; Mayor frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos

Pérdida de biodiversidad

La pérdida de biodiversidad es otro efecto ambiental crítico. Díaz et al. (2019) en su informe para la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) señalan que "la naturaleza está disminuyendo globalmente a tasas sin precedentes en la historia humana, y la tasa de extinción de especies se está acelerando".

Las principales causas de la pérdida de biodiversidad incluyen: Cambio en el uso del suelo; Sobreexplotación de recursos; Cambio climático; Contaminación; Especies invasoras

Contaminación atmosférica y sus efectos en la salud

La contaminación atmosférica tiene impactos significativos tanto en el medio ambiente como en la salud humana. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), "la contaminación del aire causa 7 millones de muertes prematuras al año en todo el mundo".

Lelieveld et al. (2020) afirman que "la contaminación del aire, especialmente por partículas finas (PM_{2.5}), es el principal factor de riesgo ambiental para la salud humana a nivel mundial".

Degradación del suelo y desertificación

La degradación del suelo y la desertificación son problemas ambientales crecientes que afectan la productividad agrícola y la seguridad alimentaria. Mirzabaev et al. (2019) en el Informe Especial del IPCC sobre Cambio Climático y Tierra, señalan que "la degradación de la tierra ha afectado negativamente los medios de vida de aproximadamente 1.500 millones de personas".

Agotamiento de recursos naturales

El agotamiento de los recursos naturales es un efecto ambiental que tiene implicaciones significativas para la sostenibilidad a largo plazo. Según el Informe de los Recursos Mundiales del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, 2022), "el consumo global de materiales se ha más que triplicado desde 1970 y podría duplicarse nuevamente para 2060 si no se toman medidas urgentes".

Impactos en los ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos, tanto marinos como de agua dulce, están experimentando efectos ambientales significativos. Boehm et al. (2021) señalan que "los océanos están experimentando múltiples estresores, incluyendo el calentamiento, la acidificación y la desoxigenación, lo que está llevando a cambios sin precedentes en los ecosistemas marinos".

Conocimiento de prácticas de manejo seguro

El conocimiento de prácticas de manejo seguro es un elemento crucial en la protección del medio ambiente y la salud humana. A medida que enfrentamos desafíos ambientales cada vez más complejos, la actualización constante de este conocimiento y su aplicación efectiva se vuelven imperativos. Como señalan Rockström et al. (2023), "la implementación generalizada de prácticas de manejo seguro basadas en evidencia científica es esencial para mantener la integridad de los sistemas planetarios y garantizar un futuro sostenible".

Es fundamental para proteger tanto el medio ambiente como la salud humana. Estas prácticas abarcan una amplia gama de actividades y sectores, desde la gestión de residuos peligrosos hasta la manipulación de sustancias químicas en entornos industriales y domésticos. Según Mohanty et al. (2021), "la implementación efectiva de prácticas de manejo seguro requiere no solo conocimientos técnicos, sino también una comprensión profunda de los principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental".

Gestión de residuos peligrosos

La gestión adecuada de residuos peligrosos es crucial para prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud pública. Un estudio reciente de Zhang et al. (2023) señala que "el conocimiento actualizado sobre la clasificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos es esencial para minimizar los riesgos ambientales asociados". Los autores destacan la importancia de la formación continua y la adopción de tecnologías innovadoras en este campo.

Manejo seguro de sustancias químicas

El manejo seguro de sustancias químicas es un componente crítico de las prácticas ambientales responsables. Según un informe de la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA, 2022), "la implementación del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (GHS) ha mejorado significativamente el conocimiento y la comunicación de los peligros químicos". Este

sistema proporciona una base estandarizada para el manejo seguro de sustancias químicas a nivel global.

Prácticas de seguridad en la agricultura

En el sector agrícola, las prácticas de manejo seguro son esenciales para proteger los ecosistemas y la salud de los trabajadores. Un estudio de Damalas y Koutroubas (2022) enfatiza que "el conocimiento sobre el uso adecuado de pesticidas y fertilizantes es fundamental para reducir la contaminación del suelo y del agua". Los autores proponen un enfoque integrado que combina la formación práctica con la implementación de tecnologías de agricultura de precisión.

Seguridad en el manejo de recursos hídricos

El manejo seguro de los recursos hídricos es crucial para la sostenibilidad ambiental. Vörösmarty et al. (2020) argumentan que "el conocimiento avanzado sobre la gestión integrada de cuencas hidrográficas es esencial para abordar los desafíos del cambio climático y la escasez de agua". Su investigación destaca la importancia de enfoques holísticos que consideren tanto los aspectos ecológicos como los socioeconómicos.

Prácticas de seguridad en la industria energética

La transición hacia fuentes de energía más limpias requiere un conocimiento profundo de las prácticas de manejo seguro. Según un informe de la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023), "la implementación de protocolos de seguridad rigurosos en el despliegue de tecnologías de energía renovable es fundamental para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del sector energético".

Manejo seguro en la restauración ecológica

La restauración ecológica requiere un conocimiento especializado de prácticas de manejo seguro. Gann et al. (2021) señalan que "la comprensión de los principios de bioseguridad y el manejo cuidadoso de especies nativas son cruciales para el éxito de los proyectos de restauración". Los autores enfatizan la importancia de la formación interdisciplinaria en este campo emergente.

Educación y formación en prácticas de manejo seguro

La educación continua es fundamental para mantener actualizado el conocimiento sobre prácticas de manejo seguro. Un estudio de Leal Filho et al. (2022) destaca que "los programas de formación que combinan aprendizaje teórico con experiencias prácticas son más efectivos para desarrollar competencias en manejo seguro ambiental". Los autores abogan por la integración de estas prácticas en los currículos educativos a todos los niveles.

Estrategias y medidas de mitigación de la contaminación por hidrocarburos

La contaminación por hidrocarburos representa una seria amenaza para los ecosistemas marinos y terrestres, así como para la salud humana. Las estrategias y medidas de mitigación son fundamentales para prevenir, controlar y remediar los impactos negativos de estos contaminantes. Estas estrategias se pueden clasificar en tres categorías principales: prevención, respuesta y recuperación (Fingas, 2016).

La prevención es la primera línea de defensa contra la contaminación por hidrocarburos. Incluye medidas como el diseño y mantenimiento adecuado de instalaciones de almacenamiento y transporte, la implementación de sistemas de detección temprana de fugas, y la capacitación del personal en prácticas seguras de manejo de hidrocarburos. Según un estudio de la Organización Marítima Internacional (OMI, 2018), la adopción de estas medidas preventivas ha contribuido significativamente a la reducción de incidentes de derrames de petróleo en las últimas décadas.

Cuando ocurre un derrame, las estrategias de respuesta rápida son cruciales para minimizar el impacto ambiental. Estas incluyen la contención mecánica mediante barreras flotantes, la recuperación del hidrocarburo utilizando skimmers y absorbentes, y la dispersión química cuando es ambientalmente apropiado. Un estudio realizado por Lessard y DeMarco (2000) demostró que la efectividad de estas técnicas depende en gran medida de la rapidez de la respuesta y las condiciones ambientales específicas del sitio del derrame.

La bioremediación es una estrategia de recuperación que ha ganado atención en las últimas décadas. Esta técnica utiliza microorganismos para degradar los hidrocarburos en compuestos menos tóxicos. Atlas y Hazen (2011) reportaron que la bioremediación fue

particularmente efectiva en la limpieza del derrame de petróleo del Deepwater Horizon en el Golfo de México, acelerando significativamente el proceso de recuperación natural.

Otra estrategia innovadora es el uso de materiales absorbentes avanzados. Por ejemplo, Ge et al. (2016) desarrollaron una espuma de grafeno superhidrofóbica capaz de absorber hasta 90 veces su propio peso en aceite, proporcionando una herramienta prometedora para la limpieza de derrames de petróleo en ambientes acuáticos.

La fitorremediación, que implica el uso de plantas para remover, degradar o estabilizar contaminantes en el suelo y el agua, también ha demostrado ser una estrategia efectiva y ecológica para la mitigación de la contaminación por hidrocarburos. Un estudio de Gerhardt et al. (2009) mostró que ciertas especies de plantas, como el pasto vetiver, pueden reducir significativamente las concentraciones de hidrocarburos en suelos contaminados.

Es importante destacar que la elección de las estrategias de mitigación debe basarse en una evaluación cuidadosa de las condiciones específicas del sitio, el tipo y cantidad de hidrocarburo involucrado, y los potenciales impactos ambientales y socioeconómicos. Además, la integración de múltiples estrategias suele ser más efectiva que el uso de una sola técnica (ITOPF, 2020).

La implementación efectiva de estas estrategias requiere un marco regulatorio sólido, cooperación internacional y la participación de múltiples partes interesadas, incluyendo gobiernos, industria, científicos y comunidades locales. La Convención Internacional para la Prevención de la Contaminación por Buques (MARPOL) y el Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos son ejemplos de acuerdos internacionales que proporcionan directrices para la prevención y respuesta a la contaminación por hidrocarburos (OMI, 2021).

Tasa de reducción de residuos de hidrocarburos

La tasa de reducción de residuos de hidrocarburos depende de varios factores ambientales y características del contaminante. Según Tyagi et al. (2011), los principales

factores incluyen: Composición química del hidrocarburo; Temperatura ambiental; Disponibilidad de oxígeno; Presencia de nutrientes; Actividad microbiana; Características del suelo o agua contaminada

Tasas de biodegradación natural

La biodegradación natural es un proceso importante en la reducción de residuos de hidrocarburos. Atlas y Bartha (1992) reportaron que en condiciones óptimas, las tasas de biodegradación pueden variar entre: 0.02 a 0.2 g de hidrocarburos/m²/día en ambientes marinos y 0.1 a 1 g de hidrocarburos/kg de suelo/día en ambientes terrestres

Técnicas de bioremediación y sus tasas de reducción

La bioremediación puede acelerar significativamente la tasa de reducción de residuos de hidrocarburos. Según un estudio de Xu y Lu (2010): La bioestimulación puede aumentar las tasas de degradación hasta en un 85% en comparación con la atenuación natural; La bioaumentación puede lograr tasas de degradación de hasta el 90% en 12 semanas para hidrocarburos alifáticos.

Fitorremediación y tasas de reducción

La fitorremediación ha demostrado ser efectiva en la reducción de residuos de hidrocarburos en suelos contaminados. Gerhardt et al. (2009) reportaron que: Algunas especies de plantas pueden reducir las concentraciones de hidrocarburos totales del petróleo (TPH) en un 50-80% en un período de 1-2 años. La combinación de fitorremediación con técnicas de bioaumentación puede aumentar la tasa de reducción hasta en un 90% en el mismo período.

Tasas de reducción en derrames marinos

En el caso de derrames de petróleo en ambientes marinos, las tasas de reducción pueden variar significativamente. Según el estudio de Prince et al. (2013) sobre el derrame de Deepwater Horizon: La tasa inicial de biodegradación fue de aproximadamente 2-3% por día durante las primeras semanas. Después de 40 días, alrededor del 50% del petróleo

se había degradado. La tasa de degradación disminuyó con el tiempo, llegando a menos del 0.5% por día después de varios meses.

Influencia de las técnicas de remediación química

El uso de dispersantes químicos puede afectar la tasa de reducción de residuos de hidrocarburos. Kleindienst et al. (2015) observaron que: Los dispersantes pueden aumentar inicialmente la tasa de biodegradación al aumentar la superficie disponible para los microorganismos. Sin embargo, a largo plazo, algunos dispersantes pueden inhibir el crecimiento de ciertas bacterias degradadoras de hidrocarburos, reduciendo la tasa general de biodegradación.

Eficiencia en el reciclaje de aceites usados

El reciclaje de aceites usados es fundamental para prevenir la contaminación ambiental y conservar recursos no renovables. Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2021), "un galón de aceite usado puede contaminar un millón de galones de agua dulce". Además, el reciclaje de aceite usado requiere solo un tercio de la energía necesaria para refinar petróleo crudo hasta obtener un producto equivalente.

Métodos de reciclaje y su eficiencia

2.3.2.1.1 Re-refinado

Es uno de los métodos más eficientes para reciclar aceites usados. Este proceso puede convertir el aceite usado en aceite base de alta calidad para la producción de nuevos lubricantes. Según un estudio de Audibert (2006), "el proceso de re-refinado puede recuperar hasta el 70% del aceite base original, con una calidad comparable a la del aceite virgen".

2.3.2.1.2 Recuperación energética

Otra forma eficiente de reciclar aceites usados es mediante su uso como combustible. Mohammadi et al. (2012) señalan que "el aceite usado tiene un valor calorífico comparable al del combustible diésel y puede ser utilizado eficientemente en hornos industriales y plantas de cemento".

Factores que afectan la eficiencia del reciclaje

2.3.2.2.1 Contaminación del aceite usado

La presencia de contaminantes en el aceite usado puede reducir significativamente la eficiencia del reciclaje. Según Hamawand et al. (2013), "la presencia de agua, partículas sólidas y otros contaminantes puede reducir la eficiencia del proceso de re-refinado hasta en un 20%".

2.3.2.2.2 Tecnología de reciclaje

La elección de la tecnología adecuada es crucial para maximizar la eficiencia del reciclaje. Un estudio de Kupareva et al. (2013) encontró que "las tecnologías avanzadas de hidrogenación pueden aumentar el rendimiento del aceite base reciclado hasta en un 85%, en comparación con el 60-70% de los métodos convencionales".

2.3.2.3 Beneficios ambientales y económicos

El reciclaje eficiente de aceites usados ofrece múltiples beneficios. Según la Asociación Europea de la Industria de Re-refinado (GEIR, 2020), "por cada tonelada de aceite base producido a partir de aceite usado, se evita la emisión de 1.5 toneladas de CO₂ en comparación con la producción de aceite base virgen".

Desafíos y oportunidades futuras

A pesar de los avances, aún existen desafíos en el reciclaje de aceites usados. Jafari y Hassanpour (2015) señalan que "la falta de infraestructura de recolección y los costos de transporte siguen siendo obstáculos significativos para el reciclaje eficiente de aceites usados en muchas regiones". Sin embargo, las nuevas tecnologías y políticas ofrecen oportunidades para mejorar la eficiencia. Por ejemplo, la implementación de sistemas de logística inversa y el uso de tecnologías de la información para optimizar la recolección y el transporte pueden aumentar significativamente la eficiencia del proceso de reciclaje (Bai y Sarkis, 2013).

2.3.3 Cumplimiento de estándares ambientales

El cumplimiento de estándares ambientales es un aspecto crucial en la gestión ambiental moderna, que busca garantizar la protección del medio ambiente y la salud humana a través de la adhesión a normas y regulaciones establecidas. Estos estándares abarcan diversos aspectos, desde la calidad del aire y agua hasta la gestión de residuos y la conservación de la biodiversidad.

Importancia de los estándares ambientales

Los estándares ambientales juegan un papel fundamental en la prevención y control de la contaminación, así como en la promoción del desarrollo sostenible. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2021), "los estándares ambientales bien diseñados e implementados pueden contribuir significativamente a la mejora de la calidad ambiental y la salud pública, al tiempo que fomentan la innovación y la competitividad empresarial".

Marco regulatorio internacional

El cumplimiento de estándares ambientales se enmarca en un contexto regulatorio internacional cada vez más robusto. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha desempeñado un papel crucial en este aspecto, especialmente a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Como señala el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2022), "los ODS proporcionan un marco global para el establecimiento y cumplimiento de estándares ambientales, promoviendo la acción coordinada entre naciones".

Mecanismos de cumplimiento y monitoreo

La efectividad de los estándares ambientales depende en gran medida de los mecanismos de cumplimiento y monitoreo implementados. Según un estudio de Gunningham (2019), "la combinación de instrumentos regulatorios, económicos y voluntarios ha demostrado ser más efectiva en la promoción del cumplimiento ambiental que el uso de enfoques únicos".

Desafíos en el cumplimiento de estándares

A pesar de los avances, el cumplimiento de estándares ambientales enfrenta diversos desafíos. La Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2020) identifica "la falta de recursos, la complejidad técnica y la resistencia de ciertos sectores industriales" como obstáculos significativos para el cumplimiento efectivo de las normas ambientales.

Innovación y tecnología en el cumplimiento ambiental

La innovación tecnológica está transformando la manera en que se monitorea y verifica el cumplimiento de estándares ambientales. De acuerdo con Esty y Cort (2017), "las tecnologías emergentes, como los sensores remotos, el big data y la inteligencia artificial, están mejorando significativamente la capacidad de los reguladores y las empresas para monitorear y cumplir con los estándares ambientales de manera más eficiente y precisa".

Beneficios económicos del cumplimiento ambiental

Contrario a la percepción de que el cumplimiento ambiental es costoso, estudios recientes sugieren que puede generar beneficios económicos significativos. Porter y van der Linde (2015) argumentan que "las regulaciones ambientales bien diseñadas pueden estimular la innovación, mejorar la eficiencia y crear ventajas competitivas para las empresas que las cumplen de manera proactiva".

Participación ciudadana y cumplimiento ambiental

La participación ciudadana es cada vez más reconocida como un elemento clave en el cumplimiento de estándares ambientales. Según Irvin y Stansbury (2018), "la participación activa de la comunidad en el monitoreo y la denuncia de violaciones ambientales puede mejorar significativamente la efectividad de los programas de cumplimiento ambiental".

CAPÍTULO III METODOLOGIA

En este capítulo se presentan los componentes metodológicos asumidos para el desarrollo de la investigación. Se describe el enfoque metodológico, diseño de investigación, método, técnicas de recolección de información, población y muestra, métodos y técnicas de análisis, desarrollo del estudio.

3.1 Ubicación del experimento



Figura 3.1 Ubicación del municipio de Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez, República Dominicana, 2023.

El municipio de Cotuí, se ubica en Cibao Sur a unos 69 km de la ciudad Santo Domingo con una superficie de 1,196 km cuadrado, territorialmente está dividida en los municipios de Cotuí, Fantino, Villa La Mata y Cevicos y los distritos municipales de: La Cueva, Platanal, Quita Sueño, La Bija, Angelina, Caballero, Comedero Arriba, Hernando Alonzo y Zambrana (Rincón, 2017). A la provincia se puede tener acceso, por tres vías: 1) Piedra Blanca – Maimón - Sánchez Ramírez; 2) Santo Domingo - Monte Plata – Cevicos y 3) Autopista Duarte - El Pino -Rincón - Jima, Fantino. La ubicación del área de estudio, se corresponde con el casco urbano del municipio de Cotuí, específicamente los talleres de mantenimiento que manejan hidrocarburos.

3.2 Enfoque de investigación

La presente investigación adoptó un paradigma positivista con un enfoque cuantitativo. Este enfoque permite la medición objetiva de variables o fenómenos a través

de valores numéricos y análisis estadísticos (Arias et al., 2022). La elección de este enfoque se fundamenta en la naturaleza de las variables que componen el problema de investigación, siguiendo el planteamiento de Sánchez (2019): "El enfoque cuantitativo es apropiado cuando se busca estudiar fenómenos de manera objetiva, formulando hipótesis basadas en conocimientos teóricos y hechos observables, para luego contrastarlas empíricamente mediante instrumentos acreditados, resultando en una explicación detallada, rigurosa y objetiva del fenómeno estudiado."

Este enfoque se caracteriza por seguir un proceso sistemático y secuencial, desde el planteamiento del problema hasta la presentación de resultados, como lo describen Hernández, Fernández y Baptista (2014). Además, la investigación adopta un carácter descriptivo, alineándose con lo propuesto por Cruz y Guzmán (2019), quienes señalan la importancia de analizar tanto el contexto externo como interno del objeto de estudio. En este caso, el estudio se enfoca en los niveles de contaminación por residuos sólidos de hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz, estableciendo la base para diseñar una propuesta de manejo ambiental.

3.3 Diseño y tipo de investigación

El diseño de esta investigación es no Experimental, siguiendo la definición de Hernández, Fernández y Baptista (2014): "investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables, observando los fenómenos tal como se dan en su contexto natural". Específicamente, el estudio es de tipo descriptivo, lo cual, según Hugo y Reyes (2015), implica indagar y presentar la situación actual del fenómeno estudiado.

La investigación se desarrolló en dos etapas principales: Recolección de datos en el contexto de los residuos sólidos de hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz y aplicación de conocimientos para proponer líneas de acción. El alcance de la investigación se limita a treinta y ocho (38) talleres de mecánica automotriz en el municipio de Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez.

3.4 Método

Esta investigación, desarrollada bajo el enfoque cuantitativo, empleó el método deductivo. Según Hugo y Reyes (2015), este método consiste en estudiar el fenómeno en su estado actual y forma natural, con mínimas posibilidades de control directo sobre las variables de estudio. Torres (2010) describe el razonamiento deductivo como aquel que "se inicia con el análisis de postulados, teoremas, leyes, principios de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares". Este enfoque permite partir de generalizaciones para llegar a conclusiones específicas sobre el fenómeno estudiado.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para la recolección de datos, se emplearon las siguientes técnicas: Encuesta, donde se utilizó un cuestionario como instrumento principal, el mismo contó con 12 preguntas y con tres secciones para igual número de variables: **Prácticas de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos; Nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud y Estrategias y medidas de mitigación de la contaminación por hidrocarburos.** Monte (2000) define la encuesta como "un sistema de preguntas que tiene como finalidad obtener datos" y la observación directa como complemento de la información obtenida mediante las otras técnicas.

3.6 Validez de los instrumentos

La validez del instrumento se realizó mediante juicio de expertos y la observación del asesor, además de aplicar una prueba piloto a una muestra de doce (12) dueños de talleres para verificar la confiabilidad y claridad de los distintos ítems que conforman el instrumento.

3.7 Población y muestra

La población de estudio comprende los treinta y ocho (38) talleres de mecánica automotriz identificados en el municipio de Cotuí, provincia Sánchez Ramírez. Dado el tamaño manejable de la población, se trabajó con la totalidad de los talleres, constituyendo un censo.

3.8 Procedimientos

Para el desarrollo de la investigación el procedimiento de investigación siguió las siguientes etapas:

1. Solicitud de aprobación del tema
2. Revisión bibliográfica
3. Definición de variables e indicadores
4. Construcción del marco teórico
5. Diseño metodológico
6. Elaboración y validación de instrumentos
7. Recolección de datos
8. Análisis de datos
9. Interpretación de resultados
10. Redacción del informe final
11. Revisión y evaluación por expertos
12. Presentación y defensa del informe final

3.9 Procedimiento de análisis

El análisis de datos se realizó aplicando análisis estadístico descriptivo con frecuencias simples y tablas de contingencia y haciendo inferencias en base a las respuestas suministradas por los informantes dueños de los talleres.

CAPITULO IV PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

Este capítulo contiene la presentación e interpretación de los cuadros de frecuencia simple donde han sido plasmadas las respuestas de los informantes tomados en cuenta en la presente investigación.

Sección 1: Prácticas de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos

Cuadro número I. Tipos de residuos generados

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Aceites usados	12	31.58%
b) Líquidos de frenos	5	13.16%
c) Combustibles contaminados	3	7.89%
d) Solventes usados	6	15.79%
e) Todos los anteriores	12	31.58%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

El cuadro número uno muestra que en cuanto a los tipos de residuos de hidrocarburos generados, se observa una distribución relativamente equilibrada. El 31.58% de los talleres reportan generar todos los tipos de residuos mencionados, lo que sugiere una amplia gama de servicios ofrecidos. Igualmente, otro 31.58% indica que los aceites usados son su principal residuo. Esto implica que las estrategias de manejo de residuos deben ser integrales, pero con un énfasis particular en el manejo de aceites usados.

Cuadro número 2. Método de almacenamiento temporal

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Contenedores especializados y etiquetados	8	21.05%
b) Barriles metálicos	15	39.47%
c) Tanques de plástico	7	18.42%
d) Se almacenan en el suelo	5	13.16%
e) No se almacenan, se desechan inmediatamente	3	7.89%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

En el cuadro número dos, se evidencia que respecto al almacenamiento temporal de residuos, el método más común son los barriles metálicos (39.47%), seguido por contenedores especializados y etiquetados (21.05%). Preocupantemente, un 13.16% almacena los residuos en el suelo y un 7.89% los desecha inmediatamente. Esto sugiere una necesidad urgente de mejorar las prácticas de almacenamiento en aproximadamente un quinto de los talleres para prevenir la contaminación directa del suelo y potencialmente del agua subterránea.

Cuadro número 3: Separación de residuos

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Contenedores diferentes según tipo	10	26.32%
b) Solo aceites usados, resto mezclado	14	36.84%
c) No se realiza separación	8	21.05%
d) Según peligrosidad	4	10.53%
e) Según indicaciones del proveedor	2	5.26%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

Según se observa en el cuadro número tres, en cuanto a la separación de residuos, el 36.84% separa solo los aceites usados y mezcla el resto, mientras que el 26.32% separa todos los tipos en contenedores diferentes. Sin embargo, un significativo 21.05% no realiza ninguna separación. Estos resultados indican que, si bien hay cierta conciencia sobre la importancia de separar los residuos, aún existe un amplio margen de mejora en las prácticas de segregación.

Cuadro número 4: Método de disposición final

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Recogida por empresa especializada	9	23.68%
b) Reutilización en el taller	7	18.42%
c) Vertido en sistema de alcantarillado	3	7.89%
d) Entrega a recicladores informales	12	31.58%
e) Disposición en el terreno del taller	7	18.42%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

Como se aprecia en el cuadro número cuatro, la disposición final de residuos muestra patrones preocupantes. Aunque el 23.68% utiliza empresas especializadas, el 31.58% entrega los residuos a recicladores informales, y un alarmante 7.89% los vierte en el sistema de alcantarillado. Además, el 18.42% los dispone en el terreno del taller.

Estos datos sugieren una necesidad urgente de educación y regulación más estricta en cuanto a la disposición final de residuos peligrosos

Cuadro número 5: Medidas de prevención de derrames

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Uso de bandejas de contención	11	28.95%
b) Entrenamiento regular del personal	6	15.79%
c) Mantenimiento preventivo	8	21.05%
d) Todas las anteriores	5	13.16%
e) No se implementan medidas específicas	8	21.05%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

En el cuadro número cinco en cuanto a las medidas de prevención de derrames, se observa una variedad de prácticas. El uso de bandejas de contención es la medida más común (28.95%), seguido por el mantenimiento preventivo (21.05%). Sin embargo, un preocupante 21.05% no implementa medidas específicas. Esto indica que, si bien hay cierta conciencia sobre la prevención de derrames, aún existe una proporción significativa de talleres que necesitan mejorar sus prácticas de seguridad.

Sección 2: Nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud
Cuadro número 6: Identificación de residuos peligrosos

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Aceites usados	7	18.42%
b) Baterías de plomo-ácido	5	13.16%
c) Filtros de aceite usados	4	10.53%
d) Anticongelante usado	3	7.89%
e) Todas las anteriores	19	50.00%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

Como se observa en el cuadro número seis, el conocimiento sobre residuos peligrosos parece ser relativamente bueno, con un 50% de los encuestados reconociendo correctamente todos los elementos listados como peligrosos. Sin embargo, esto también significa que la mitad de los encuestados no identifica completamente todos los residuos peligrosos, lo que sugiere la necesidad de más educación en este aspecto.

Cuadro número 7: Efectos ambientales de hidrocarburos

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Lluvia ácida	4	10.53%
b) Contaminación del suelo y aguas subterráneas	22	57.89%
c) Agotamiento de la capa de ozono	3	7.89%
d) Aumento de la temperatura global	6	15.79%
e) Pérdida de biodiversidad marina	3	7.89%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

Como se puede evidenciar en el cuadro número siete, la mayoría de los encuestados (57.89%) identifica correctamente la contaminación del suelo y aguas subterráneas como el efecto ambiental más directamente relacionado con la contaminación por hidrocarburos. Sin embargo, un porcentaje significativo seleccionó otras opciones incorrectas, lo que indica que aún existe confusión sobre los impactos específicos de los hidrocarburos en el medio ambiente.

Cuadro número 8: Prácticas importantes de manejo seguro

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Uso de equipo de protección personal	8	21.05%
b) Almacenamiento en contenedores sellados	7	18.42%
c) Capacitación regular del personal	6	15.79%
d) Mantenimiento de registros detallados	3	7.89%
e) Todas las anteriores son igualmente importantes	14	36.84%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

El cuadro número ocho, describe que en cuanto a las prácticas importantes para el manejo seguro de residuos de hidrocarburos, el 36.84% reconoce que todas las opciones son igualmente importantes. Sin embargo, las respuestas están bastante distribuidas entre las otras opciones, lo que sugiere que muchos encuestados no aprecian plenamente la importancia de un enfoque integral en el manejo seguro de estos residuos.

Sección 3: Estrategias y medidas de mitigación de la contaminación por hidrocarburos

Cuadro número 9: Estrategias para reducir residuos

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Uso de productos de mayor calidad	7	18.42%
b) Técnicas de mantenimiento preventivo	9	23.68%
c) Adopción de tecnologías más eficientes	6	15.79%
d) Educación y concientización del personal	5	13.16%
e) Todas las anteriores	11	28.95%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

Las opiniones sobre las estrategias más efectivas para reducir la generación de residuos, contempladas en el cuadro número nueve, están distribuidas, con un 28.95% reconociendo que todas las opciones son importantes. Las técnicas de mantenimiento preventivo son la opción individual más popular (23.68%). Esta distribución sugiere que los encuestados reconocen la necesidad de un enfoque multifacético para reducir la generación de residuos.

Cuadro número 10: Reciclaje eficiente de aceites usados

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Refinación para nuevo aceite lubricante	13	34.21%
b) Uso como combustible en hornos industriales	9	23.68%
c) Procesamiento para producir asfalto	5	13.16%
d) Tratamiento para producción de plásticos	3	7.89%
e) No estoy seguro	8	21.05%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

En el cuadro número diez, en cuanto al reciclaje de aceites usados, la refinación para producir nuevo aceite lubricante es considerada la forma más eficiente (34.21%), seguida por el uso como combustible en hornos industriales (23.68%). Sin embargo, un 21.05% no está seguro, lo que indica una necesidad de más educación sobre las opciones de reciclaje.

Cuadro número 11: Estándares ambientales relevantes

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Normas de calidad del aire	6	15.79%
b) Regulaciones sobre residuos peligrosos	18	47.37%
c) Estándares de eficiencia energética	5	13.16%
d) Límites de ruido ambiental	3	7.89%
e) Normas de calidad del agua	6	15.79%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

Como establece el cuadro número once, las regulaciones sobre manejo de residuos peligrosos son consideradas el estándar ambiental más relevante (47.37%), lo cual es coherente con la naturaleza de los talleres mecánicos. Sin embargo, la distribución de respuestas entre otras opciones sugiere que algunos encuestados pueden no estar completamente conscientes de la importancia primordial de estas regulaciones para su actividad.

Cuadro número 12: Medidas de mitigación factibles

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
a) Sistema de tratamiento de aguas residuales	7	18.42%
b) Programa de reciclaje integral	12	31.58%
c) Sistema de gestión ambiental certificado	4	10.53%
d) Sustitución por alternativas ecológicas	11	28.95%
e) Contratación de especialista ambiental	4	10.53%
Total	38	100%

Fuente: Cuestionario aplicado a los dueños de talleres automotrices de Cotuí, 2024.

En cuanto a las medidas de mitigación factibles de implementar establecidas en el cuadro número doce, la adopción de un programa de reciclaje integral (31.58%) y la sustitución de productos peligrosos por alternativas más ecológicas (28.95%) son las opciones más populares. Esto sugiere una disposición a adoptar prácticas más sostenibles, aunque la implementación de sistemas de gestión ambiental certificados (10.53%) parece ser percibida como menos factible, posiblemente debido a los costos o complejidad percibidos.

CAPITULO V. ANALISIS Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Este capítulo contiene los hallazgos obtenidos en la presente investigación, titulada “Contaminación ambiental por residuos de hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz en Cotuí, provincia Sánchez Ramírez” y cuyo objetivo general fue analizar el nivel de contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí, con el fin de proponer estrategias de mitigación efectivas.

5.1 Análisis y discusión de los resultados

Pregunta 1. ¿Cuáles son las prácticas actuales de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí? Análisis de resultados

Los resultados revelan una variabilidad significativa en las prácticas de manejo de residuos de hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí. Se observa que el 31.58% de los talleres generan todos los tipos de residuos mencionados, lo que indica una diversidad de servicios ofrecidos. Sin embargo, las prácticas de almacenamiento y disposición muestran deficiencias preocupantes, con un 13.16% almacenando residuos en el suelo y un 7.89% desechándolos inmediatamente.

Estos hallazgos se alinean con lo planteado por Villavicencio (2018), quien señala que el manejo deficiente de residuos de hidrocarburos en procesos automotrices se ha convertido en una actividad creciente que genera daños ambientales. La variedad de residuos generados coincide con lo reportado por la Agencia Europea de Medio Ambiente, que estima una generación de 1.5 millones de toneladas de residuos de hidrocarburos al año en Europa por parte de talleres mecánicos.

Las prácticas inadecuadas de almacenamiento y disposición reflejan la falta de implementación de las medidas recomendadas por la OSHA (2022), que enfatiza la importancia de utilizar contenedores apropiados y áreas designadas con medidas de

contención secundaria. Esta situación aumenta el riesgo de contaminación del suelo y aguas subterráneas, como lo advierte González (2018).

Asimismo, la falta de separación adecuada de residuos (21.05% no realiza ninguna separación) contradice las recomendaciones de la EPA (2021) sobre la segregación correcta de diferentes tipos de residuos para prevenir la contaminación cruzada y facilitar el tratamiento específico. (Ver cuadros del 1 al 5).

Pregunta 2. ¿Qué nivel de conocimiento sobre los riesgos ambientales y de salud asociados a la contaminación por hidrocarburos tienen los propietarios de talleres, mecánicos y la comunidad en general?

Los resultados indican un conocimiento parcial sobre los riesgos ambientales y de salud asociados a los residuos de hidrocarburos. El 50% de los encuestados reconoce correctamente todos los tipos de residuos peligrosos listados, y el 57.89% identifica la contaminación del suelo y aguas subterráneas como el principal efecto ambiental de los hidrocarburos.

Estos resultados se corresponden parcialmente con lo planteado por Pidgeon et al. (2003) sobre la capacidad de los individuos para identificar y comprender los peligros en su entorno. Sin embargo, el hecho de que solo la mitad de los encuestados identifique correctamente todos los residuos peligrosos sugiere una brecha significativa en el conocimiento, lo cual puede tener implicaciones importantes para la gestión de riesgos.

La identificación mayoritaria de la contaminación del suelo y aguas subterráneas como principal efecto ambiental concuerda con los hallazgos de González (2022) sobre las principales fuentes de contaminación por hidrocarburos en talleres mecánicos. No obstante, la variabilidad en las respuestas sugiere que existe confusión sobre los impactos específicos de los hidrocarburos en el medio ambiente, lo cual podría estar relacionado con lo que Slovic (1987) describe como la influencia de factores psicológicos y culturales en la percepción del riesgo.

La distribución de respuestas sobre las prácticas importantes para el manejo seguro de residuos indica que muchos encuestados no aprecian plenamente la importancia de un

enfoque integral, lo cual contrasta con las recomendaciones de Mohanty et al. (2021) sobre la necesidad de una comprensión profunda de los principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental en la implementación de prácticas de manejo seguro.(Ver cuadros del 6 al 8)

Pregunta 3. ¿Cuáles serían las estrategias y medidas de mitigación más efectivas para reducir la contaminación por hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí?

Los resultados muestran una disposición hacia la adopción de prácticas más sostenibles, con un 28.95% reconociendo la importancia de múltiples estrategias para reducir la generación de residuos. La refinación para producir nuevo aceite lubricante es considerada la forma más eficiente de reciclaje de aceites usados (34.21%), y hay una preferencia por la adopción de programas de reciclaje integral (31.58%) y la sustitución de productos peligrosos por alternativas más ecológicas (28.95%).

La preferencia por múltiples estrategias de mitigación responde al enfoque integral propuesto por Fingas (2016), que clasifica las estrategias en prevención, respuesta y recuperación. La consideración de la refinación como método eficiente de reciclaje concuerda con los hallazgos de Audibert (2006), que reporta una recuperación de hasta el 70% del aceite base original mediante este proceso.

La disposición hacia la adopción de programas de reciclaje integral y la sustitución de productos peligrosos refleja una conciencia creciente sobre la importancia de la economía circular en la gestión de residuos, como lo sugiere la European Commission (2019). Sin embargo, la baja preferencia por la implementación de sistemas de gestión ambiental certificados (10.53%) podría indicar barreras percibidas en términos de costos o complejidad, lo cual se alinea con los desafíos identificados por Jafari y Hassanpour (2015) en el reciclaje de aceites usados.

La identificación de las regulaciones sobre manejo de residuos peligrosos como el estándar ambiental más relevante (47.37%) se corresponde con la importancia atribuida por la OECD (2018) al cumplimiento de regulaciones locales, nacionales e internacionales en el manejo de residuos peligrosos.(Ver cuadros del 9 al 12).

5.2 Conclusiones

La presente investigación se centró en analizar el nivel de contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí, con el objetivo de proponer estrategias de mitigación efectivas. A través de un estudio exhaustivo de las prácticas actuales de manejo y disposición de residuos, el nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud, y las posibles estrategias de mitigación, se ha logrado obtener una visión integral de la situación en Cotuí. Las siguientes conclusiones se derivan de los resultados obtenidos y su análisis a la luz de los objetivos planteados.

Se identificó que las prácticas actuales de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí son altamente variables y, en muchos casos, inadecuadas. Se identificó que un alto porcentaje de los talleres generan todos los tipos de residuos de hidrocarburos mencionados, pero existe una preocupante falta de prácticas estandarizadas de almacenamiento y disposición. De igual modo se almacena residuos directamente en el suelo o los desechan inmediatamente, lo que indica un alto riesgo de contaminación ambiental, sumado a que otros no realizan ninguna separación de residuos, contraviniendo las recomendaciones de manejo seguro.

Se determinó que existe un nivel de conocimiento parcial sobre los riesgos ambientales y de salud, asociados a la contaminación por hidrocarburos entre los propietarios de talleres, mecánicos y la comunidad en general de Cotuí, ya que solo la mitad de los encuestados identificó correctamente todos los tipos de residuos peligrosos, lo que indica una brecha significativa en el conocimiento. Aunque la mayoría reconoce la contaminación del suelo y aguas subterráneas como el principal efecto ambiental de los hidrocarburos, existe confusión sobre otros impactos.

Se describió que las estrategias y medidas de mitigación más efectivas para reducir la contaminación por hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí deben ser integrales y multifacéticas. Los resultados indican una disposición hacia prácticas más sostenibles, reconociendo la importancia de múltiples estrategias para reducir la generación de residuos. La refinación para producir nuevo aceite lubricante y la adopción de programas

de reciclaje integral se perfilan como estrategias preferidas. Sin embargo, la baja preferencia por sistemas de gestión ambiental certificados sugiere la necesidad de abordar barreras percibidas en términos de costos y complejidad. Las estrategias efectivas deben incluir programas de educación continua, mejora de infraestructuras de almacenamiento y disposición, implementación de tecnologías de reciclaje eficientes, y fortalecimiento del marco regulatorio y los mecanismos de cumplimiento.

Vistas las conclusiones presentadas hasta este punto en relación a analizar el nivel de contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí, con el fin de proponer estrategias de mitigación efectivas, se concluye que existe un nivel significativo de contaminación potencial debido a prácticas inadecuadas de manejo y disposición de residuos, agravado por un conocimiento parcial de los riesgos asociados.

5.3 Recomendaciones

Basado en los hallazgos y conclusiones de la investigación sobre el manejo de residuos de hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Implementar un programa de estandarización de prácticas de almacenamiento y disposición de residuos de hidrocarburos en todos los talleres mecánicos de Cotuí.
- Establecer un sistema de contenedores especializados y etiquetados para diferentes tipos de residuos de hidrocarburos, facilitando su separación y manejo adecuado.
- Desarrollar un programa de incentivos para los talleres que implementen prácticas de almacenamiento y disposición seguras, como reducciones en impuestos locales o certificaciones de "taller verde".
- Crear una red de recolección y disposición de residuos de hidrocarburos a nivel municipal, facilitando el acceso a servicios de gestión de residuos para todos los talleres.
- Implementar un sistema de auditorías periódicas para evaluar y mejorar las prácticas de manejo de residuos en los talleres.

- Desarrollar un programa de educación continua obligatorio para propietarios de talleres y mecánicos sobre los riesgos asociados a los residuos de hidrocarburos y las mejores prácticas para su manejo.
- Crear una campaña de concientización pública sobre los impactos de la contaminación por hidrocarburos en la salud y el medio ambiente, dirigida a la comunidad en general de Cotuí.
- Establecer un centro de información y asesoramiento sobre manejo de residuos peligrosos, accesible para todos los talleres y ciudadanos de Cotuí.
- Incorporar en las escuelas locales programas educativos sobre medio ambiente y manejo responsable de residuos, con énfasis en los hidrocarburos.
- Organizar talleres y seminarios regulares con expertos en el tema para actualizar el conocimiento de los profesionales del sector automotriz sobre nuevas tecnologías y prácticas en el manejo de residuos de hidrocarburos.
- Desarrollar e implementar un plan integral de gestión de residuos de hidrocarburos a nivel municipal, que incluya metas claras de reducción de contaminación y plazos para su cumplimiento.
- Establecer alianzas con empresas de reciclaje y refinación de aceites usados para facilitar la implementación de programas de reciclaje integral en los talleres.
- Crear un fondo municipal para apoyar la adquisición de tecnologías de manejo y tratamiento de residuos de hidrocarburos en los talleres pequeños y medianos.
- Implementar un sistema de certificación ambiental para talleres mecánicos, con beneficios asociados como publicidad gratuita o prioridad en contratos municipales.
- Desarrollar una plataforma digital para el registro y seguimiento de la generación y disposición de residuos de hidrocarburos en todos los talleres de Cotuí.
- Establecer colaboraciones con instituciones académicas y centros de investigación para desarrollar y probar nuevas tecnologías de tratamiento y reciclaje de residuos de hidrocarburos adaptados al contexto local.
- Revisar y actualizar las ordenanzas municipales relacionadas con el manejo de residuos peligrosos, asegurando que aborden específicamente los residuos de hidrocarburos en talleres mecánicos.

- Establecer un sistema de multas progresivas para los talleres que incumplan las normativas de manejo de residuos, combinado con un programa de apoyo para la implementación de mejoras.
- Crear un equipo de inspectores ambientales capacitados para realizar visitas regulares a los talleres y asesorar sobre prácticas de manejo de residuos.
- Implementar un sistema de denuncias ciudadanas para reportar prácticas inadecuadas de manejo de residuos, acompañado de un protocolo de respuesta rápida.
- Desarrollar un programa de reconocimiento público para los talleres que demuestren excelencia en el manejo de residuos de hidrocarburos y prácticas ambientales.

Referencias

- Academia Mexicana de Ciencia. (2007). Los efectos de la contaminación ambiental. Recuperado el 12 de noviembre de 2023, de <https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/ediciones-anteriores/ediciones-anteriores/35-vol-58-num-1-enero-marzo-2007/ambiente-y-salud/73-la-contaminacion-ambiental-y-nuestra-salud>
- Acosta, J., & Hernández, L. (2022). Contaminación por hidrocarburos en talleres de mecánica: fuentes, efectos y métodos de control. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 15(3), 245-260.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2021). Total Petroleum Hydrocarbons (TPH). <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp123.pdf>
- American Petroleum Institute. (2023). Guidelines for Waste Management in Oil and Gas Exploration and Production Operations.
- Arezes, P. M., & Miguel, A. S. (2008). Risk perception and safety behaviour: A study in an occupational environment. *Safety Science*, 46(6), 900-907.
- Arias, G. J., Holgado, T. J., Tafur, P. L., & Vásquez, P. M. (2022). Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de Tesis. *Jadín, Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.* doi:<https://doi.org/10.35622/inudi.b.016>
- Arias, G. J., Villasís, K. M., & Miranda, N. M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. Recuperado el 02 de junio de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Atlas, R. M., & Bartha, R. (1992). Hydrocarbon biodegradation and oil spill bioremediation. *Advances in microbial ecology*, 12, 287-338.
- Atlas, R. M., & Hazen, T. C. (2011). Oil biodegradation and bioremediation: a tale of the two worst spills in U.S. history. *Environmental Science & Technology*, 45(16), 6709-6715.
- Audibert, F. (2006). *Waste Engine Oils: Rerefining and Energy Recovery*. Elsevier Science.
- Bai, C., & Sarkis, J. (2013). Flexibility in reverse logistics: a framework and evaluation approach. *Journal of Cleaner Production*, 47, 306-318.
- Basel Convention. (2019). *Environmentally Sound Management of Hazardous Wastes*.

- Boehm, A. B., et al. (2021). Ocean acidification science needs for natural resource managers of the North American west coast. *Oceanography*, 34(2), 204-215.
- Cheremisinoff, N.P. (2016). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies*. Butterworth-Heinemann.
- Comisión Europea. (2022). Waste Framework Directive.
https://ec.europa.eu/environment/topics/waste-and-recycling/waste-framework-directive_en
- Cruz, L., & Guzmán, F. (2019). *Metodología de la investigación*. Editorial Pearson.
- Cruz, T. Z., & Guzmán, N. J. (2019). *Análisis de Vulnerabilidad a Enfermedades Laborales de Docentes del Colegio del Santo Ángel - Bogotá*. Tesis para la Especialidad en Gerencia de la Seguridad y Salud en el Trabajo, Universidad ECC, Bogotá. Recuperado el 22 de mayo de 2023, de <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/3157/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Damalas, C. A., & Koutroubas, S. D. (2022). Integrated pest management in sustainable agriculture: Challenges and opportunities. *Sustainability*, 14(5), 2670.
- Díaz, S., et al. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES Secretariat, Bonn, Germany.
- Díaz, T., & López, M. (2021). Los talleres de mecánica como fuentes de contaminación por hidrocarburos. *Ciencia y Tecnología Ambiental*, 8(2), 156-170.
- Encinas, M. M., & Gómez, D. B. (2011). Evaluación de impacto ambiental: Aspectos teóricos. Recuperado el 14 de noviembre de 2023, de https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/43725/mod_resource/content/1/Apoyo/EIA_ASPECTOS_TEORICOS_OCW_02-07-2013.pdf
- Environmental Protection Agency (EPA). (2019). *Energy Recovery from the Combustion of Municipal Solid Waste (MSW)*.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2021). *Hazardous Waste Management Basics*. <https://www.epa.gov/hw/defining-hazardous-waste-listed-characteristic-and-mixed-radiological-wastes>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2022). *Superfund: CERCLA Overview*. <https://www.epa.gov/superfund/superfund-cercla-overview>

- Environmental Protection Agency (EPA). (2023). Management of Used Oil.
<https://www.epa.gov/hw/management-used-oil>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.
- Esty, D. C., & Cort, T. (2017). Environmental Protection in the Information Age. *New York University Law Review*, 92(5), 1221-1308.
- European Chemicals Agency (ECHA). (2022). Report on the implementation of the GHS in the EU. Brussels: ECHA.
- European Environment Agency (EEA). (2020). The European Environment - State and Outlook 2020.
- European Parliament. (2023). Circular economy: definition, importance and benefits.
<https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- Fingas, M. (2016). Oil Spill Science and Technology. Gulf Professional Publishing.
- Fischhoff, B. (1995). Risk perception and communication unplugged: Twenty years of process. *Risk Analysis*, 15(2), 137-145.
- Frías-Navarro, D., & Pascual Soler, M. (2023). Confiabilidad y validez de las medidas. In D. Frías-Navarro, *Apuntes de consistencia interna de las puntuaciones de un instrumento de medida*. Universidad de Valencia.
<https://www.uv.es/friasnav/AlfaCronbach.pdf>
- Gann, G. D., et al. (2021). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 29(S1), e13347.
- García, A. (2021). Contaminación por hidrocarburos en talleres mecánicos: Un estudio de caso en América Latina. *Revista Latinoamericana de Medio Ambiente*, 15(3), 245-260.
- García, M. (2023). Caracterización de residuos peligrosos en talleres de mecánica automotriz. *Journal of Hazardous Materials Management*, 42(2), 178-195.
- García-Fernández, L., Martínez-Rojas, A., & Hernández-Peña, C. (2022). Impacto en la salud respiratoria de la exposición a compuestos orgánicos volátiles en zonas de alta concentración de talleres mecánicos en Sánchez Ramírez. *Revista Dominicana de Salud Pública*, 37(2), 145-159.

- Ge, J., Zhao, H. Y., Zhu, H. W., Huang, J., Shi, L. A., & Yu, S. H. (2016). Advanced sorbents for oil-spill cleanup: Recent advances and future perspectives. *Advanced Materials*, 28(47), 10459-10490.
- GEIR (European Re-refining Industry Association). (2020). The circular economy for lubricants. <https://www.geir-rerefining.org/>
- Gerhardt, K. E., Huang, X. D., Glick, B. R., & Greenberg, B. M. (2009). Phytoremediation and rhizoremediation of organic soil contaminants: Potential and challenges. *Plant Science*, 176(1), 20-30.
- Gómez-Orea, D., Gómez-Villarino, M. T., & Gómez-Villarino, A. (2021). Environmental impact of automotive repair shops: A case study in Mexico City. *Environmental Impact Assessment Review*, 86, 106500.
- González, B. J. (2018). Estudio de la Contaminación de suelos por residuos de Hidrocarburos y propuesta de Manejo Ambiental de los Talleres de Mecaniza Automotriz del Distrito de San Jerónimo, Cusco. Tesis de Master, Arequipa. Recuperado el 12 de noviembre de 2023, de <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/072899fc-7591-417d-af91-8c9d8626e088/content>
- González, R. (2020). Impacto de los hidrocarburos en la calidad del suelo: Análisis en zonas urbanas. *Soil Science and Environmental Health*, 28(4), 412-428.
- González, R. (2022). Fuentes de contaminación por hidrocarburos en talleres de mecánica automotriz: Un estudio en Arequipa, Perú. *Environmental Pollution Studies*, 17(3), 301-315.
- Grossi, S. B. (2012). Educación Emprendedora y Educacion Superior; estudio de la Percepción de los estudiantes de ciencias Sociales y Juridicas de la UNiversidad de Oviedo. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, Universidad de Oviedo. Recuperado el 12 de agosto de 2023, de <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/13042>
- Gunningham, N. (2019). Enforcing Environmental Regulation. *Journal of Environmental Law*, 31(3), 421-444.
- Hamawand, I., Yusaf, T., & Rafat, S. (2013). Recycling of waste engine oils using a new washing agent. *Energies*, 6(2), 1023-1049.
- Haug, R. T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill Education.

- Hu, G., Li, J., & Zeng, G. (2021). Recent development in the treatment of oily sludge from petroleum industry: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 261, 470-490.
- Hugo, S., & Reyes, P. (2015). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Editorial Visión Universitaria.
- Imperato, M., Adamo, P., Naimo, D., Arienzo, M., Stanzione, D., & Violante, P. (2019). Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy). *Environmental Pollution*, 124(2), 247-256.
- International Energy Agency (IEA). (2023). *World Energy Outlook 2023*. Paris: IEA.
- International Organization for Standardization (ISO). (2021). ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use. <https://www.iso.org/standard/60857.html>
- International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA). (2020). *Oil Spill Preparedness and Response: Good Practice Guidelines*.
- International Solid Waste Association (ISWA). (2013). *ISWA Guidelines: Waste-to-Energy in Low and Middle Income Countries*.
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- Irvin, R. A., & Stansbury, J. (2018). Citizen Participation in Decision Making: Is It Worth the Effort? *Public Administration Review*, 64(1), 55-65.
- ITOPF (International Tanker Owners Pollution Federation). (2020). *Technical Information Paper 4: Use of dispersants to treat oil spills*.
- Jafari, A. J., & Hassanpour, M. (2015). Analysis and comparison of used lubricants, regenerative technologies in the world. *Resources, Conservation and Recycling*, 103, 179-191.
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS).
- Kasperson, R. E., Renn, O., Slovic, P., Brown, H. S., Emel, J., Goble, R., ... & Ratick, S. (1988). The social amplification of risk: A conceptual framework. *Risk Analysis*, 8(2), 177-187.

- Khan, F.I., Husain, T., & Hejazi, R. (2018). An overview and analysis of site remediation technologies. *Journal of Environmental Management*, 71(2), 95-122.
- Kleindienst, S., Seidel, M., Ziervogel, K., Grim, S., Loftis, K., Harrison, S., ... & Joye, S. B. (2015). Chemical dispersants can suppress the activity of natural oil-degrading microorganisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(48), 14900-14905.
- Kupareva, A., Mäki-Arvela, P., & Murzin, D. Y. (2013). Technology for rerefining used lube oils applied in Europe: a review. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 88(10), 1780-1793.
- Leal Filho, W., et al. (2022). Sustainability and environmental education: Towards a reframing of environmental problems. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129754.
- Lelieveld, J., et al. (2020). Loss of life expectancy from air pollution compared to other risk factors: a worldwide perspective. *Cardiovascular Research*, 116(11), 1910-1917.
- Lessard, R. R., & DeMarco, G. (2000). The significance of oil spill dispersants. *Spill Science & Technology Bulletin*, 6(1), 59-68.
- Li, X., Wang, Y., & Zhang, S. (2024). Advanced oxidation processes for hazardous waste treatment: Current status and future prospects. *Journal of Hazardous Materials*, 430, 128540.
- Martínez-López, E., Garcés-Restrepo, M. F., & Rodríguez-Jorquera, I. A. (2022). Occupational health risks associated with hazardous waste management: A global perspective. *Safety Science*, 146, 105542.
- Masoner, J. R., Kolpin, D. W., Furlong, E. T., Cozzarelli, I. M., Gray, J. L., & Schwab, E. A. (2019). Urban stormwater: An overlooked pathway of extensive mixed contaminants to surface and groundwaters in the United States. *Environmental Science & Technology*, 53(17), 10070-10081.
- Méndez, F. (2022). Gestión de residuos peligrosos en pequeñas y medianas empresas: El caso de los talleres mecánicos en la región del Caribe. *Waste Management*, 130, 76-88.
- Méndez-Batista, R., Gómez-Pérez, A., & Castillo-Rodríguez, F. (2020). Evaluación de la gestión de residuos peligrosos en talleres mecánicos de Santo Domingo. *Ciencia y Medio Ambiente*, 15(3), 78-95.

- Mirzabaev, A., et al. (2019). Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. IPCC.
- Mohammadi, S., Mirghaffari, N., & Mohammadi, T. (2012). Removing of suspended solids and heavy metals from waste engine oil by chemical treatment and filtration. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*, 9(1), 19.
- Mohanty, A., et al. (2021). Challenges and opportunities in implementing circular economy practices in the mining industry. *Journal of Cleaner Production*, 288, 125570.
- Monte, G. (2000). *Técnicas de investigación*. Editorial Trillas.
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). (2021). *Pocket Guide to Chemical Hazards*.
- Nkwunonwo, U. C., & Okeke, F. I. (2022). Spatio-temporal assessment of groundwater pollution from improper hazardous waste disposal in sub-Saharan Africa. *Environmental Pollution*, 305, 119316.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2022). *Hazardous Waste Operations and Emergency Response*. <https://www.osha.gov/hazardous-waste>
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). (2021). *Environmental Standards and Economic Growth: A Review of the Evidence*.
- OCDE. (2022). *Hazardous Waste Management: Challenges and Opportunities*. OECD Publishing, Paris.
- O'Connor, R. E., Bord, R. J., & Fisher, A. (1999). Risk perceptions, general environmental beliefs, and willingness to address climate change. *Risk Analysis*, 19(3), 461-471.
- OMI (Organización Marítima Internacional). (2018). *Marine Environment Protection Committee (MEPC)*, 72nd session.
- OMI (Organización Marítima Internacional). (2021). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Promoción de la salud: Glosario*. Ginebra: OMS.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2021). *Calidad del aire y salud*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *Waste Management and the Circular Economy in Selected OECD Countries*. OECD Publishing.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2018). *OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3: Environmental fate and behaviour*. OECD Publishing.
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration). (2022). *Hazardous Waste Operations and Emergency Response*.
- Padaki, M., Surya Murali, R., Abdullah, M.S., Misdan, N., Moslehyani, A., Kassim, M.A., Hilal, N., & Ismail, A.F. (2015). Membrane technology enhancement in oil–water separation. A review. *Desalination*, 357, 197-207.
- Patel, S., Kundu, A., & Halder, G. (2019). Separation of oil from oil-in-water emulsion using a novel non-ionic surfactant. *Journal of Environmental Management*, 233, 556-564.
- Patil, S., Sandberg, A., Heckert, E., Self, W., & Seal, S. (2020). Protein adsorption and cellular uptake of cerium oxide nanoparticles as a function of zeta potential. *Biomaterials*, 28(31), 4600-4607.
- Pérez, L. (2022). Contaminación de aguas subterráneas por residuos de talleres mecánicos: Un estudio en la República Dominicana. *Water Research*, 56(7), 890-905.
- Pérez-Mella, J., & Díaz-Reyes, M. (2023). Modelo de economía circular para la gestión de residuos de hidrocarburos en talleres mecánicos: Un estudio piloto en La Vega. *Desarrollo Sostenible y Economía Circular*, 8(1), 112-130.
- Pidgeon, N., Kasperson, R. E., & Slovic, P. (Eds.). (2003). *The social amplification of risk*. Cambridge University Press.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). (2022). *Global Environmental Outlook 6: Healthy Planet, Healthy People*.
- PNUMA. (2023). *Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación*. <http://www.basel.int/>
- Porter, M. E., & van der Linde, C. (2015). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.

- Prince, R. C., Elmendorf, D. L., Lute, J. R., Hsu, C. S., Halth, C. E., Senius, J. D., ... & Douglas, G. S. (2013). $17\alpha(\text{H}), 21\beta(\text{H})$ -hopane as a conserved internal marker for estimating the biodegradation of crude oil. *Environmental science & technology*, 28(1), 142-145.
- Robles Garrote, P., & Rojas, M. D. C. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada a la Enseñanza de Lenguas*, 18, 124-139.
- Rockström, J., et al. (2021). Identifying a safe and just corridor for people and the planet. *Earth's Future*, 9(4), e2020EF001866.
- Rockström, J., et al. (2023). Safe and just Earth system boundaries. *Nature*, 615(7950), 101-108.
- Rodríguez, S. (2021). Compuestos orgánicos volátiles derivados de hidrocarburos en áreas urbanas: Impactos en la calidad del aire y la salud. *Atmospheric Environment*, 225, 117352.
- Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2023). Long-term health effects of hazardous waste sites: A comprehensive meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 131(3), 037001.
- Rodríguez-Peralta, E., & Sánchez-Gómez, L. (2021). Contaminación por hidrocarburos totales de petróleo en suelos cercanos a talleres mecánicos en la región del Cibao. *Boletín de Ciencias Ambientales*, 29(4), 203-218.
- Rojas, R. (2011). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdés Editores.
- SAE International. (2019). J1372: Automotive Service Terminology. SAE International.
- Sánchez, H. (2019). *Metodología y diseños en la investigación científica*. Editorial San Marcos.
- Sharma, A., & Pandey, L. K. (2023). Phytoremediation of heavy metal contaminated soils: A sustainable approach for hazardous waste management. *Chemosphere*, 310, 136812.
- Silva, A., Delerue-Matos, C., & Fiúza, A. (2020). Bioremediation of soils contaminated with hydrocarbons and heavy metals: A review of technologies and trends. *Processes*, 8(10), 1252.
- Slovic, P. (1987). Perception of risk. *Science*, 236(4799), 280-285.
- Speight, J. G. (2017). *Handbook of Petroleum Product Analysis* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

- Speight, J.G. (2014). *The Chemistry and Technology of Petroleum*. CRC Press.
- Steffen, W., et al. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252-8259.
- Thompson, K. (2023). Impacto económico de la contaminación por hidrocarburos en comunidades en desarrollo: Un análisis comparativo. *Environmental Economics and Policy Studies*, 25(2), 289-310.
- Torres, M. (2010). Métodos de recolección de datos para una investigación. *Boletín electrónico*, 3, 1-21.
- Torres-Acosta, M., & Ramírez-Luna, S. (2024). Análisis de la implementación de la Ley 64-00 en el sector de talleres mecánicos: Desafíos y oportunidades para la gobernanza ambiental. *Políticas Públicas y Gestión Ambiental*, 12(1), 45-62.
- Tyagi, M., da Fonseca, M. M. R., & de Carvalho, C. C. (2011). Bioaugmentation and biostimulation strategies to improve the effectiveness of bioremediation processes. *Biodegradation*, 22(2), 231-241.
- UNEP (United Nations Environment Programme). (2020). *Basel Convention Technical Guidelines*.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2020). *An Assessment Report on Issues of Concern: Chemicals and Waste Issues Posing Risks to Human Health and the Environment*. UNEP.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2020). *Global Chemicals Outlook II: From Legacies to Innovative Solutions*.
<https://www.unep.org/resources/report/global-chemicals-outlook-ii-legacies-innovative-solutions>
- Varjani, S., Joshi, R., Krishna Kumar, V., Srivastava, A., & Kumar, V. (2020). Polycyclic aromatic hydrocarbons from petroleum oil industry activities: effect on human health and their biodegradation. In *Waste Management: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 714-738). IGI Global.
- Varjani, S.J., Gnansounou, E., & Pandey, A. (2017). Comprehensive review on toxicity of persistent organic pollutants from petroleum refinery waste and their degradation by microorganisms. *Chemosphere*, 188, 280-291.
- Villalobos, J. (2019). *Investigación y metodología en las ciencias sociales*. Editorial Limusa.
- Vörösmarty, C. J., et al. (2020). Ecosystem-based water security and the Sustainable Development Goals (SDGs). *Ecohydrology & Hydrobiology*, 20(4), 445-458.

- Wang, L., Chen, Z., & Liu, Y. (2024). Chronic low-level exposure to hazardous waste: Implications for public health policy. *Environmental Science & Policy*, 134, 107-118.
- Weinstein, N. D. (1999). What does it mean to understand a risk? Evaluating risk comprehension. *JNCI Monographs*, 1999(25), 15-20.
- World Health Organization (WHO). (2022). Ambient (outdoor) air pollution. [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
- World Health Organization (WHO). (2022). Environmental pollution. <https://www.who.int/health-topics/environmental-pollution>

ANEXOS

Anexo I.

Propuesta de Estrategias de Mitigación de la Contaminación por Residuos de Hidrocarburos en Talleres Mecánicos de Cotuí

Esta propuesta presenta un conjunto de estrategias de mitigación efectivas para abordar la contaminación por residuos de hidrocarburos generada por los talleres de mecánica automotriz en Cotuí. Basada en los hallazgos de la investigación, que revelan prácticas inadecuadas de manejo de residuos, conocimiento limitado sobre riesgos ambientales y de salud, y la necesidad de mejorar las medidas de mitigación, esta propuesta ofrece un enfoque integral y ejecutable para reducir la contaminación y mejorar la gestión ambiental en el sector.

Objetivos de la propuesta

- Reducir significativamente la contaminación por residuos de hidrocarburos en Cotuí.
- Mejorar las prácticas de manejo y disposición de residuos en los talleres mecánicos.
- Aumentar el conocimiento y la conciencia sobre los riesgos ambientales y de salud asociados.
- Implementar medidas de mitigación que sean efectivas y sostenibles.

Estrategias de Mitigación

Programa de Certificación Ambiental para talleres mecánicos

Implementar un sistema de certificación que evalúe y reconozca a los talleres que adopten prácticas ambientales responsables.

Acciones

1. Desarrollar criterios de certificación en colaboración con expertos ambientales y representantes del sector.
2. Establecer un proceso de auditoría y certificación.

3. Ofrecer incentivos como reducción de impuestos o prioridad en contratos municipales para talleres certificados.
4. Realizar campañas de promoción para talleres certificados.

Plazo de implementación

6 meses para el desarrollo del programa, implementación continua.

Sistema integrado de gestión de residuos de hidrocarburos

Crear un sistema centralizado para la recolección, tratamiento y disposición de residuos de hidrocarburos.

Acciones

1. Establecer un centro de acopio municipal para residuos de hidrocarburos.
2. Implementar un servicio de recolección programada para talleres.
3. Asociarse con empresas de reciclaje y refinación de aceites usados.
4. Desarrollar una plataforma digital para el registro y seguimiento de residuos.

Plazo de Implementación

1 año para la implementación completa.

Programa de educación y capacitación continua

Desarrollar un programa integral de educación y capacitación para propietarios de talleres, mecánicos y la comunidad.

Acciones

1. Organizar talleres mensuales sobre manejo seguro de residuos de hidrocarburos.
2. Crear un módulo de capacitación en línea accesible para todos los trabajadores del sector.

3. Implementar campañas de concientización pública sobre los riesgos de la contaminación por hidrocarburos.
4. Establecer colaboraciones con escuelas locales para educar a los jóvenes sobre el tema.

Plazo de Implementación

3 meses para el desarrollo del programa, implementación continua.

Fondo de inversión en tecnología verde

Crear un fondo municipal para financiar la adquisición de tecnologías limpias y equipos de manejo seguro de residuos en talleres mecánicos.

Acciones

1. Establecer el fondo con recursos municipales y buscar apoyo de organizaciones ambientales.
2. Desarrollar criterios de elegibilidad y un proceso de aplicación para los talleres.
3. Proporcionar préstamos de bajo interés o subvenciones para la compra de equipos.
4. Monitorear y evaluar el impacto de las inversiones en la reducción de la contaminación.

Plazo de implementación

6 meses para establecer el fondo, implementación continua.

Marco Regulatorio y Sistema de Cumplimiento

Fortalecer las regulaciones existentes y mejorar los mecanismos de cumplimiento.

Acciones

1. Revisar y actualizar las ordenanzas municipales sobre manejo de residuos peligrosos.

2. Crear un equipo de inspectores ambientales para realizar visitas regulares a los talleres.
3. Implementar un sistema de multas progresivas para incumplimientos, combinado con apoyo para mejoras.
4. Establecer un sistema de denuncias ciudadanas y respuesta rápida.

Plazo de implementación

6 meses para la revisión y actualización de regulaciones, implementación continua del sistema de cumplimiento.

4. Cronograma de implementación

Estrategia	Mes 1-3	Mes 4-6	Mes 7-9	Mes 10-12	Año 2 en adelante
Certificación	Desarrollo	Lanzamiento	Implementación	Evaluación	Continuo
Sistema Integrado	Planificación	Desarrollo	Implementación parcial	Implementación completa	Operación continua
Educación	Desarrollo	Lanzamiento	Implementación	Evaluación	Continuo
Fondo de Inversión	Planificación	Establecimiento	Implementación	Evaluación	Continuo
Marco Regulatorio	Revisión	Actualización	Implementación	Evaluación	Continuo

Presupuesto estimado

Se recomienda asignar un presupuesto inicial de RD\$500,000 para el primer año de implementación, distribuido de la siguiente manera:

- Programa de Certificación: RD\$50,000
- Sistema Integrado de Gestión: RD\$200,000
- Programa de Educación: RD\$75,000
- Fondo de Inversión en Tecnología Verde: RD\$150,000
- Marco Regulatorio y Cumplimiento: RD\$25,000

Evaluación y seguimiento

Se establecerá un comité de supervisión compuesto por representantes del gobierno municipal, propietarios de talleres, expertos ambientales y miembros de la comunidad. Este comité se reunirá trimestralmente para evaluar el progreso, identificar desafíos y ajustar las estrategias según sea necesario.

Se realizará una evaluación anual completa del impacto de las estrategias, midiendo indicadores clave como la reducción en la contaminación del suelo y agua, la mejora en las prácticas de manejo de residuos, y el aumento en el conocimiento y conciencia ambiental.

Anexo II.**Cuestionario sobre Manejo de Residuos de Hidrocarburos en Talleres Mecánicos de Cotuí**

Estimado participante, el siguiente cuestionario tiene como objetivo recopilar información sobre la Contaminación Ambiental por residuos de Hidrocarburos en Talleres de Mecánica Automotriz en Cotuí, Provincia Sánchez Ramírez, seleccione la opción que mejor refleje su situación o conocimiento. En los casos donde sea posible marcar más de una respuesta esto será identificado.

El documento es totalmente anónimo, no debes firmar ni colocar tu nombre en ningún lado. Tus respuestas serán tratadas con la mayor discreción posible y exclusivamente para fines de recolección de información para el presente trabajo. Gracias con anticipación, sus respuestas son valiosas para mejorar las prácticas de manejo de residuos de hidrocarburos en los talleres mecánicos de Cotuí.

Las sustentantes**Sección 1: Prácticas de manejo y disposición de residuos de hidrocarburos**

1. ¿Qué tipo de residuos de hidrocarburos se generan principalmente en su taller?
 - a) Aceites usados
 - b) Líquidos de frenos
 - c) Combustibles contaminados
 - d) Solventes usados
 - e) Todos los anteriores
2. ¿Qué método utiliza para el almacenamiento temporal de residuos de hidrocarburos?
 - a) Contenedores especializados y etiquetados
 - b) Barriles metálicos
 - c) Tanques de plástico
 - d) Se almacenan en el suelo
 - e) No se almacenan, se desechan inmediatamente
3. ¿Cómo separa los diferentes tipos de residuos de hidrocarburos?
 - a) Se separan en contenedores diferentes según el tipo

- b) Se separan solo los aceites usados, el resto se mezcla
 - c) No se realiza ninguna separación
 - d) Se separan según su peligrosidad
 - e) Se separan según las indicaciones del proveedor de servicios de disposición
4. ¿Cuál es el método principal de disposición final de residuos de hidrocarburos en su taller?
- a) Recogida por una empresa especializada
 - b) Reutilización en el taller
 - c) Vertido en el sistema de alcantarillado
 - d) Entrega a recicladores informales
 - e) Disposición en el terreno del taller
5. ¿Qué medidas de prevención de derrames implementa en su taller?
- a) Uso de bandejas de contención
 - b) Entrenamiento regular del personal
 - c) Mantenimiento preventivo de equipos y contenedores
 - d) Todas las anteriores
 - e) No se implementan medidas específicas

Sección 2: Nivel de conocimiento sobre riesgos ambientales y de salud

6. ¿Cuáles de los siguientes considera usted que son residuos peligrosos?
- a) Aceites usados
 - b) Baterías de plomo-ácido
 - c) Filtros de aceite usados
 - d) Anticongelante usado
 - e) Todas las anteriores
7. ¿Cuál de los siguientes efectos ambientales está más directamente relacionado con la contaminación por hidrocarburos?
- a) Lluvia ácida
 - b) Contaminación del suelo y aguas subterráneas
 - c) Agotamiento de la capa de ozono
 - d) Aumento de la temperatura global
 - e) Pérdida de biodiversidad marina

8. ¿Cuál de las siguientes prácticas considera más importante para el manejo seguro de residuos de hidrocarburos?

- a) Uso de equipo de protección personal
- b) Almacenamiento en contenedores sellados
- c) Capacitación regular del personal
- d) Mantenimiento de registros detallados
- e) Todas las anteriores son igualmente importantes

Sección 3: Estrategias y medidas de mitigación de la contaminación por hidrocarburos

9. ¿Qué estrategia considera más efectiva para reducir la generación de residuos de hidrocarburos en su taller?

- a) Uso de productos de mayor calidad y durabilidad
- b) Implementación de técnicas de mantenimiento preventivo
- c) Adopción de tecnologías más eficientes
- d) Educación y concientización del personal
- e) Todas las anteriores

10. En su opinión, ¿cuál es la forma más eficiente de reciclar aceites usados?

- a) Refinación para producir nuevo aceite lubricante
- b) Uso como combustible en hornos industriales
- c) Procesamiento para producir asfalto
- d) Tratamiento y uso en la producción de plásticos
- e) No estoy seguro

11. ¿Cuál de los siguientes estándares ambientales considera más relevante para su taller?

- a) Normas de calidad del aire
- b) Regulaciones sobre manejo de residuos peligrosos
- c) Estándares de eficiencia energética
- d) Límites de ruido ambiental
- e) Normas de calidad del agua

12. ¿Qué medida de mitigación le parecería más factible implementar en su taller?

- a) Instalación de un sistema de tratamiento de aguas residuales
- b) Adopción de un programa de reciclaje integral

- c) Implementación de un sistema de gestión ambiental certificado
- d) Sustitución de productos peligrosos por alternativas más ecológicas
- e) Contratación de un especialista en gestión ambiental