

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

Mejoramiento y optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos desarrollado por la empresa Ferrocarril Central

Andino S.A.

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Bach. Ivonne Lilian LOPEZ PRUDENCIO

Bach. Yennifer Katerin PALACIOS ROJAS

Asesor:

Dr. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

Cerro de Pasco – Perú – 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Mejoramiento y optimización del manejo de los residuos sólidos y
líquidos peligrosos desarrollado por la empresa Ferrocarril Central
Andino S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Mg. Josué Hermilio DIAZ LAZO
MIEMBRO

Mg. Lucio ROJAS VITOR
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 206-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Mejoramiento y optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos desarrollado por la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.

Apellidos y nombres del tesista:

Bach. LOPEZ PRUDENCIO, Ivonne Lilian

Bach. PALACIOS ROJAS, Yennifer Katerin

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. CUYUBAMBA ZEVALLOS, David Johnny

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

Índice de Similitud

4 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 21 de octubre del 2024



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DANIEL
ALCIDES
CARRION
[AVANZADA]

Firmado digitalmente por MEJIA
CACERES Reynaldo FAU
20154605046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 21.10.2024 19:18:13 -05:00

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos llegar hasta este punto.

A nuestros padres y hermanos, por su apoyo incondicional para obtener cada uno de nuestros logros y por haber forjado las personas que somos ahora.

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar en nuestros caminos.

A nuestras familias por el apoyo incondicional que nos han brindado, quienes nos motivaron con sus palabras y consejos constantemente a seguir adelante en los momentos más difíciles y por motivarnos cada día a ser mejores personas.

A los docentes de la escuela por su apoyo constante.

RESUMEN

El óptimo manejo de residuos sólidos peligrosos industriales es un desafío crítico para empresas y organizaciones, ya que implica equilibrar la gestión efectiva de estos residuos, el cumplimiento de regulaciones ambientales y la reducción de costos operativos. La gestión ineficiente puede tener graves repercusiones ambientales y legales. En el caso de FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A., se llevó a cabo un estudio de cuatro semanas en áreas como operaciones, mecánica, vías y obras, almacén, asuntos internos, recursos humanos y servicios en distintas ubicaciones. Se observó una disminución en la generación de residuos sólidos peligrosos, pasando de 230.05 kg en la semana 1 a 221.61 kg en la semana 4, con un acumulado de 906.41 kg. Esto indica una mejora en la gestión de estos residuos. Sin embargo, la generación de residuos líquidos peligrosos aumentó significativamente de 2,853.7 galones en la semana 1 a 3,698.6 galones en la semana 4, con un total de 12,663.7 galones en las cuatro semanas. Este aumento señala la necesidad de revisar y mejorar las estrategias de manejo de residuos líquidos.

Palabras Claves: Residuo peligroso, plan de manejo, optimización

ABSTRACT

Optimal management of industrial hazardous solid waste is a critical challenge for companies and organizations, as it involves balancing effective management of these wastes, compliance with environmental regulations and reduction of operating costs. Inefficient management can have serious environmental and legal repercussions. In the case of FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A., a four-week study was carried out in areas such as operations, mechanics, roads and works, warehouse, internal affairs, human resources and services in different locations. A decrease in the generation of hazardous solid waste was observed, going from 230.05 kg in week 1 to 221.61 kg in week 4, with an accumulated total of 906.41 kg. This indicates an improvement in the management of this waste. However, the generation of hazardous liquid waste increased significantly from 2,853.7 gallons in week 1 to 3,698.6 gallons in week 4, for a total of 12,663.7 gallons over the four weeks. This increase points to the need to review and improve liquid waste management strategies.

Keywords: Hazardous waste, management plan, optimization

INTRODUCCIÓN

El problema de la optimización del plan de manejo de residuos sólidos peligrosos industriales es una cuestión crítica que enfrentan muchas empresas y organizaciones en la actualidad. Este desafío radica en encontrar el equilibrio adecuado entre la gestión efectiva de los residuos peligrosos, el cumplimiento de las regulaciones ambientales y la minimización de los costos operativos. La gestión ineficiente de estos residuos tiene consecuencias devastadoras, tanto para el medio ambiente como para la reputación y responsabilidad legal de la empresa. Sin embargo, encontrar la estrategia óptima implica considerar una serie de variables, como la identificación precisa de los tipos y cantidades de residuos generados, la elección de métodos de tratamiento y eliminación adecuados, la logística de transporte, y la gestión de riesgos y seguridad, entre otros. Además, la optimización debe ser continua, ya que las condiciones y regulaciones cambian con el tiempo, lo que agrega una capa adicional de complejidad a este desafío.

Un enfoque eficaz para abordar este problema incluye el uso de herramientas de modelado y software especializado en la toma de decisiones, así como la colaboración interdisciplinaria entre ingenieros ambientales, expertos en regulaciones, personal de seguridad y gerentes de operaciones. La optimización del plan de manejo de residuos sólidos peligrosos industriales no solo busca minimizar el impacto ambiental y reducir costos, sino también mejorar la sostenibilidad y la responsabilidad social corporativa de la empresa. En última instancia, abordar este desafío de manera efectiva no solo es esencial para el cumplimiento normativo, sino también para la preservación del entorno y la preservación de la imagen y el valor a largo plazo de la organización en un mundo cada vez más consciente de la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

Un estudio relevante sobre la optimización del plan de manejo de residuos sólidos peligrosos industriales es el realizado por Rodríguez et al. en 2016. Este trabajo se centró en la aplicación de técnicas de optimización matemática para minimizar los costos asociados con la recolección, transporte y disposición de estos residuos en una

empresa química. Los resultados mostraron que la implementación de rutas de recolección eficientes y la selección adecuada de instalaciones de disposición final permitieron importantes ahorros económicos y una reducción significativa en los riesgos ambientales. En el 2018, el estudio de Gómez y colaboradores se enfocó en la optimización de la gestión de residuos sólidos peligrosos en una planta de fabricación de productos electrónicos. Utilizaron herramientas de análisis de ciclo de vida y evaluación de riesgos para identificar las mejores prácticas y alternativas para la minimización de desechos y la mejora de la seguridad ambiental en toda la cadena de producción. Este enfoque integrado permitió una toma de decisiones más informada y sostenible en la gestión de residuos.

De igual manera, investigadores en 2019 llevaron a cabo un estudio en el sector de la minería, donde se exploró la optimización del plan de manejo de residuos sólidos peligrosos generados durante la extracción y procesamiento de minerales. Utilizando modelos de simulación, se evaluaron diferentes estrategias de almacenamiento temporal y disposición final, considerando factores de costo, seguridad y cumplimiento normativo. Los resultados proporcionaron pautas valiosas para mejorar la gestión de estos residuos en un entorno minero, y en el 2020, un estudio liderado por Fernández et al. se centró en la optimización de la gestión de residuos sólidos peligrosos en una planta petroquímica. Emplearon herramientas avanzadas de gestión de datos y modelado para rastrear el flujo de residuos en la instalación y desarrollar estrategias eficientes de reducción de desechos, reciclaje y tratamiento. Esto no solo resultó en una reducción significativa de los costos operativos, sino que también mejoró la sostenibilidad y la conformidad con las regulaciones ambientales en la planta.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	2
1.3. Formulación del problema.....	5
1.3.1. Problema general	5
1.3.2. Problemas específicos	5
1.4. Formulación de Objetivos.	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	6
1.5. Justificación de la investigación	6
1.6. Limitaciones de la investigación.....	8

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	9
2.1.1. Antecedentes Internacionales	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales	14
2.1.3. Antecedentes locales	16
2.2. Bases teóricas- científicas	17
2.3. Definición de términos básicos	26
2.4. Formulación de hipótesis	28

2.4.1. Hipótesis general.....	28
2.4.2. Hipótesis específicas.....	28
2.5. Identificación de las variables.....	28
2.5.1. Variable independiente.....	28
2.5.2. Variable dependiente.....	28
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.....	29

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación.....	30
3.2. Nivel de Investigación.....	31
3.3. Métodos de investigación.....	31
3.4. Diseño de investigación.....	31
3.5. Población y muestra.....	31
3.5.1. Población.....	31
3.5.2. Muestra.....	32
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.6.1. Métodos y técnicas de recolección de datos.....	32
3.6.2. Selección y toma de muestra.....	32
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	32
3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos.....	33
3.9. Tratamiento Estadístico.....	34
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.....	35

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo.....	36
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	55
4.3. Prueba de Hipótesis.....	67
4.4. Discusión de resultados.....	67

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas Geográficas de las instalaciones del Ferrocarril Central Andino S.A.....	5
Tabla 2	Matriz de operacionalización de las variables	29
Tabla 3	Características del Hopper	40
Tabla 4	Generación de los residuos sólidos peligrosos en el área de operaciones	46
Tabla 5	Generación de los residuos sólidos peligrosos en el área de mecánica	47
Tabla 6:	Generación de los residuos sólidos peligrosos en el área de vías y obras ..	48
Tabla 7:	Generación de los residuos sólidos peligrosos en el almacén.....	50
Tabla 8:	Descripción de los residuos peligrosos solidos del área de mecánica.....	51
Tabla 9:	Análisis estadístico correlacional de los residuos peligrosos solidos del área de mecánica	52
Tabla 10:	Datos de los residuos peligrosos líquidos del área de mecánica.....	54
Tabla 11:	Análisis estadístico correlacional de los residuos peligrosos líquidos del área de mecánica	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación del área de estudio</i>	4
Figura 2 <i>Clasificación de residuos sólidos</i>	20
Figura 3 <i>Clasificación de residuos peligrosos</i>	21
Figura 4 <i>Residuos generados</i>	22
Figura 5 <i>Residuos generados por la empresa</i>	23
Figura 6 <i>Código de colores empleado en la empresa</i>	24
Figura 7 <i>Distribución de los puntos de acopio</i>	25
Figura 8 <i>Uso de las 3r</i>	26
Figura 9 <i>Acopio de los residuos sólidos peligrosos</i>	37
Figura 10 <i>Acopio de los residuos líquidos peligrosos</i>	38
Figura 11 <i>Gestión de los residuos sólidos en la empresa ferroviaria andina S.A</i>	39
Figura 12 <i>Lista de verificación de puntos de acopio final de RR.SS.</i>	40
Figura 13 <i>Punto de almacenamiento final de RR.SS. - Hopper</i>	41
Figura 14 <i>Depósito de almacenamiento final de residuos líquidos peligrosos</i>	41
Figura 15 <i>Zona de almacenamiento temporal de residuos líquidos peligrosos</i>	42
Figura 16 <i>Disposición final de residuos sólidos peligrosos - Hopper</i>	43
Figura 17 <i>Carguío de residuos sólidos peligrosos - Empresa Huamancar</i>	43
Figura 18 <i>Carguío de residuos líquidos peligrosos - Camión de Camisea Combustible S.A</i>	44
Figura 19 <i>Disposición final de residuos líquidos peligrosos</i>	44
Figura 20 <i>Medición de residuos líquidos en la cisterna para su disposición final</i>	45
Figura 21 <i>Generación de residuos por su clasificación</i>	69
Figura 22 <i>Generación de residuos no peligrosos</i>	71

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

El problema del mejoramiento y optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos desarrollado por la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. es una cuestión de gran relevancia en el ámbito industrial. La empresa se enfrenta al desafío de gestionar eficazmente estos residuos, cumplir con las estrictas regulaciones ambientales y al mismo tiempo minimizar los costos operativos asociados a su manejo. Este problema es crítico debido a las consecuencias devastadoras que pueden surgir de una gestión ineficiente de los residuos, tanto en términos de impacto ambiental como de responsabilidad legal y reputación corporativa.

En este contexto, se ha llevado a cabo un estudio detallado que aborda tanto los residuos sólidos como los líquidos peligrosos en diferentes áreas de operación de la empresa, incluyendo operaciones, mecánica, vías y obras, almacén, asuntos internos, recursos humanos y servicios, en diversas ubicaciones geográficas. Los resultados revelan una mejora en la gestión de los residuos sólidos peligrosos, con una disminución en su generación durante el período de evaluación. Sin embargo, la generación de residuos líquidos

peligrosos ha experimentado un aumento significativo, lo que indica un problema que requiere atención inmediata.

Este problema plantea la necesidad de revisar y ajustar las estrategias de manejo de residuos líquidos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. Esto implica la necesidad de la implementación de medidas más efectivas de tratamiento, almacenamiento y disposición de estos residuos, así como la identificación de las fuentes de generación de los mismos. Además, es esencial mantener un enfoque constante en el cumplimiento normativo y la adopción de buenas prácticas ambientales para mitigar los riesgos asociados a la gestión de residuos peligrosos. En resumen, el desafío de mejorar y optimizar el manejo de estos residuos es fundamental para garantizar la sostenibilidad y la responsabilidad corporativa de la empresa.

1.2. Delimitación de la investigación

La presente investigación se delimita según:

Delimitación teórica

El estudio de mejora y optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos desarrollado por la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. se enmarca en el contexto de la gestión ambiental y la responsabilidad corporativa de la empresa en su operación ferroviaria. Dada la naturaleza de la industria ferroviaria y su impacto en el entorno, la empresa se ha comprometido a abordar de manera efectiva la generación y gestión de residuos peligrosos para cumplir con las regulaciones ambientales vigentes y minimizar los riesgos para la salud y el medio ambiente. El estudio se ha realizado en diversas áreas operativas y ubicaciones geográficas para evaluar la eficacia de las prácticas actuales y, en particular, se ha centrado en la mejora de la gestión de residuos sólidos y la identificación de desafíos emergentes relacionados con los residuos líquidos peligrosos. Este contexto refleja el compromiso de FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A. con la sostenibilidad y la gestión responsable de sus

operaciones, así como la importancia de abordar eficazmente la problemática de los residuos peligrosos en su sector de actividad.

Delimitación espacial

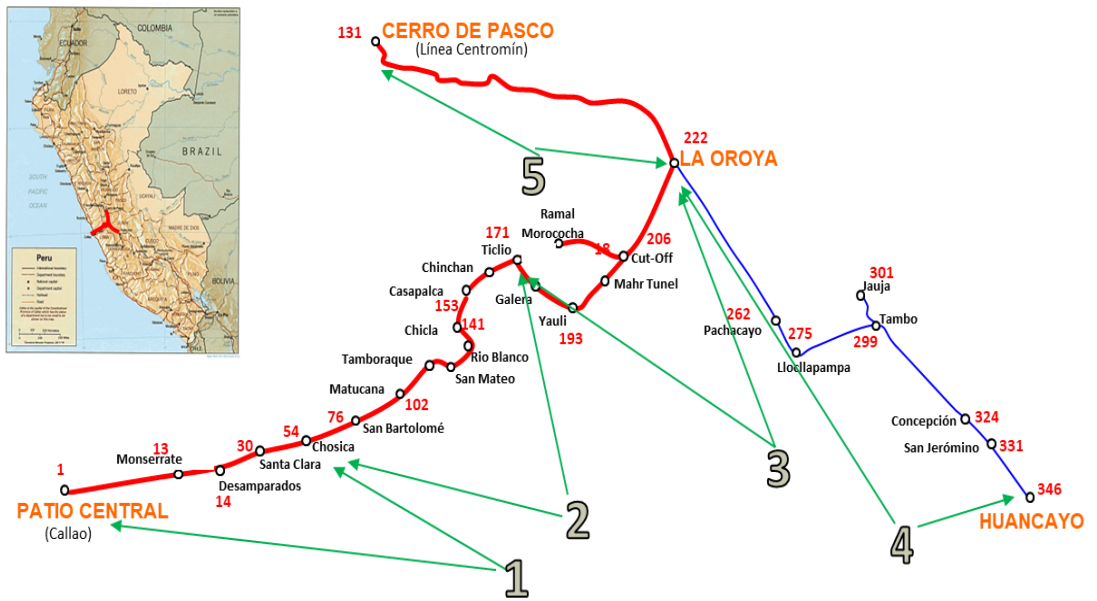
Ferrocarril Central Andino S.A. es una organización ferroviaria dedicada al transporte ferroviario de carga y pasajeros en la red vial del Ferrocarril del centro, la cual atraviesa los departamentos de Lima, Junín y Cerro de Pasco.

El recorrido inicia en Patio Central - Distrito del Callao (PK 0.00) que se encuentra al nivel del mar, cruzando por la ciudad de Lima hacia el Este, pasando por diversas zonas climáticas en forma ascendente a lo largo del eje del río Rímac, hasta los 4,781 m.s.n.m. de donde desciende hasta llegar a La Oroya (3,726 m.s.n.m. equivalente al PK 222.00 de la línea férrea).

A partir de La Oroya la vía férrea se divide en dos rutas, una hacia la ciudad de Huancayo (PK 346.00) y otra hacia la ciudad de Cerro de Pasco (PK 132.00)

Figura 1

Ubicación del área de estudio



Nota: Fuente propia



Nota: Google Earch Pro

Tabla 1

Coordenadas Geográficas de las instalaciones del Ferrocarril Central Andino S.A

COORDENADAS DE UBICACIÓN	
PATIO CENTRAL	NORTE: 8800000 m S ESTE: 275000 m E
CHOSICA	NORTE: 8680109 m S ESTE: 315832 m E
OROYA	NORTE: 8692000 m S ESTE: 271000 m E
CERRO DE PASCO	NORTE: 8781000 m S ESTE: 287000 m E
CERRO DE PASCO - UNISH	NORTE: 8680109 m S ESTE: 315832m E

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Qué medidas de optimización deben implementarse para mejorar la eficiencia de la gestión de residuos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las deficiencias en el manejo de los residuos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.?
- ¿Cómo se pueden mejorar los procedimientos del manejo de residuos peligrosos para aumentar la efectividad y seguridad en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.?

1.4. Formulación de Objetivos.

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar e implementar medidas de optimización para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar y analizar las deficiencias en los procedimientos actuales de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.
- Desarrollar propuestas para mejorar los procedimientos de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en Ferrocarril Central Andino S.A.

1.5. Justificación de la investigación

La justificación teórica del estudio se fundamenta en la necesidad de cumplir con las regulaciones ambientales vigentes y en el reconocimiento de la importancia de la gestión responsable de los residuos en el contexto de la operación ferroviaria. Además, se basa en la comprensión de que una gestión ineficiente de estos residuos puede tener impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la imagen y responsabilidad legal de la empresa. El enfoque teórico se sustenta en la mejora continua de las prácticas de gestión de residuos, la optimización de los procesos, la adopción de tecnologías avanzadas y la promoción de prácticas sostenibles, buscando así la minimización de riesgos, la eficiencia operativa y la contribución al desarrollo sostenible en el sector ferroviario.

La justificación práctica del estudio radica en la necesidad de garantizar la sostenibilidad ambiental, el cumplimiento normativo y la eficiencia operativa en el sector ferroviario. La gestión efectiva de estos residuos no solo reduce el riesgo ambiental y las responsabilidades legales, sino que también puede generar ahorros significativos en costos de tratamiento y disposición, al tiempo que mejora la reputación corporativa y la responsabilidad social de la empresa. Este estudio proporciona una base sólida para identificar áreas de mejora, implementar prácticas más eficaces y mantener la operación ferroviaria de

manera responsable y sostenible, lo que aporta beneficios tanto para la empresa como para el entorno en el que opera.

La justificación social del estudio radica en su compromiso con la seguridad y el bienestar de la comunidad y sus trabajadores. La gestión adecuada de residuos peligrosos no solo contribuye a la protección del entorno ambiental circundante, sino que también salvaguarda la salud pública al prevenir la contaminación del agua y el suelo. Además, al cumplir con las regulaciones ambientales y mejorar sus prácticas de manejo de residuos, la empresa refuerza su responsabilidad social corporativa y su reputación como una organización que se preocupa por el impacto que tiene en la sociedad en general, promoviendo prácticas más seguras y sostenibles en su sector de operación ferroviaria.

Importancia de la investigación

El estudio de mejora y optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos desarrollado por la empresa Ferrocarril Central Andino S.A reviste una importancia fundamental en múltiples aspectos. El primero, aborda directamente la responsabilidad ambiental de la empresa al garantizar una gestión más eficiente y segura de estos residuos, reduciendo así su impacto negativo en el entorno natural. Además, contribuye al cumplimiento de las estrictas regulaciones ambientales y normativas que rigen la operación ferroviaria. Asimismo, la optimización en la gestión de residuos puede resultar en ahorros económicos significativos al reducir costos operativos y minimizar la exposición a posibles sanciones legales. Por último, esta iniciativa también fortalece la imagen de la empresa al demostrar su compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad social, lo que puede atraer a clientes y socios comerciales que valoran prácticas empresariales éticas y respetuosas con el medio ambiente. En resumen, el estudio no solo beneficia al medio ambiente y al cumplimiento normativo, sino que también puede tener un impacto positivo en

la reputación y el rendimiento financiero de FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.

1.6. Limitaciones de la investigación

A pesar de los esfuerzos realizados en el proceso de mejora y optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos por parte de FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A., existen ciertas limitaciones que deben abordarse. Una de las principales limitaciones es la variabilidad inherente en la generación de estos residuos, lo que dificulta la implementación de estrategias de manejo estandarizadas. Además, la gestión de residuos líquidos peligrosos puede ser especialmente compleja debido a la fluctuación en su producción. Otra limitación radica en la necesidad de recursos financieros y tecnológicos para la implementación de tecnologías avanzadas de tratamiento, lo que podría requerir una inversión significativa. Además, la capacitación continua del personal y la promoción de una cultura de gestión de residuos sostenible son desafíos constantes. Superar estas limitaciones requerirá un enfoque integral y a largo plazo para lograr una gestión efectiva y sostenible de los residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Reinhart (1993) realizo su investigacion en los vertederos municipales de residuos sólidos que operan en Estados Unidos reciben una gran variedad de materiales generados por una sociedad industrializada y "de usar y tirar". Como consecuencia, las emisiones líquidas y gaseosas (producidas durante los procesos normales de descomposición que tienen lugar dentro del vertedero) suelen estar contaminadas con compuestos peligrosos. La presencia de contaminantes peligrosos en las emisiones líquidas y gaseosas está bien documentada, sin embargo, la fuente de estos contaminantes no siempre es evidente. Las fuentes potenciales de estos contaminantes peligrosos en los vertederos municipales de residuos sólidos pueden incluir generadores de pequeñas cantidades de residuos peligrosos, residuos domésticos peligrosos, residuos eliminados antes de la promulgación en 1980 de la legislación estadounidense sobre eliminación de residuos peligrosos y productos de transformación biológica y química de los residuos enterrados. La identificación de las fuentes facilitará la caracterización y cuantificación de las emisiones

necesarias para el diseño y funcionamiento de las instalaciones de recogida y tratamiento de gases lixiviados.

Karthikeyan, Suresh, Krishnan, Tudor, & Varshini (2018) en la investigación realizada por ellos, manifiestan que, debido en gran medida al desarrollo económico, la industrialización y los cambios en los estilos de vida, la cantidad de residuos peligrosos en India está aumentando considerablemente. Esto es especialmente cierto en las megaciudades, donde la población es numerosa y va en aumento. Debido a una serie de factores, como las limitaciones de los sistemas de gobernanza, la inadecuación de las instalaciones de tratamiento, las limitaciones en el cumplimiento y la regulación, y la escasez de agentes formados y capacitados, la gestión de los residuos sólidos peligrosos en el país es en gran medida ineficaz. Una excepción es el Estado de Gujarat, que ha intentado aplicar una serie de estrategias para gestionar mejor las crecientes cantidades de residuos sólidos peligrosos que se producen. Este artículo destaca la gestión de los residuos sólidos en el país para una mitigación eficaz de diversos peligros. Además, este artículo se centra en las tecnologías adaptativas para la gestión de residuos peligrosos en todo el país, más concretamente en el estado de Gujarat.

Aprilia, Tezuka, & Spaargaren (2013), en el artículo de su investigación se centra en la gestión de los residuos domésticos en Indonesia, con especial énfasis en los residuos inorgánicos y peligrosos. Trata de identificar la situación actual y también pretende ofrecer una revisión de las políticas existentes especialmente relacionadas con la gestión de residuos inorgánicos y peligrosos.

Los residuos de cocina constituyen la fracción más importante de los residuos domésticos, seguidos de los residuos inorgánicos reciclables como el plástico, el papel y el cartón. Aunque la fracción de residuos peligrosos y tóxicos del flujo de residuos domésticos es baja, sigue siendo necesario separar estos

tipos de residuos para evitar la contaminación del suelo y de los productos de compostaje que se producen a partir de los residuos domésticos.

Existen políticas para la correcta gestión de los residuos mediante la separación en origen y el tratamiento, aunque habría que seguir aplicándolas para hacerlas efectivas. La separación en origen requiere concienciación y una voluntad firme de abajo arriba, junto con un mecanismo regulador de arriba abajo, mientras que la aplicación de equipos automatizados de clasificación requeriría costes de capital. Es necesario seguir estudiando en profundidad la dinámica y los mecanismos de separación en origen de los residuos domésticos.

Iluțiu Varvara (2016), el objetivo de su trabajo fue el de evaluar el potencial de peligrosidad de los residuos sólidos metalúrgicos almacenados en un vertedero de escorias. Presentamos los procedimientos experimentales para determinar la composición química y para la prueba de lixiviación de las 10 muestras de residuos tomadas del vertedero de escorias. Según los datos obtenidos, en la composición de los residuos sólidos metalúrgicos identificamos los siguientes compuestos óxido de manganeso (MnO), dióxido de titanio (TiO₂), sílice (SiO₂), hierro total (Fetotal), alúmina (Al₂O₃), cal (CaO), magnesia (MgO), óxido de plomo (PbO), óxido de zinc (ZnO), trióxido de cromo (Cr₂O₃), pentóxido de vanadio (V₂O₅) y pentóxido de fósforo (P₂O₅). Según la prueba de lixiviación, los residuos sólidos metalúrgicos contienen varios metales pesados que pueden ser potencialmente peligrosos para todos los factores ambientales (suelo, agua y aire). El contenido de metales pesados peligrosos en los residuos metalúrgicos varía dentro de los siguientes límites: As (0,311-0,614 mg/L), Cr (0,192-2,514 mg/L), Mo (0,113-0,624 mg/L), Cd (0,104-0,479 mg/L), Pb (0,112-0,869 mg/L), Ni (0,112-3,212 mg/L), Zn (0,173-3,313 mg/L) y Hg (0,037-0,079 mg/L). Desde el punto de vista de las concentraciones de arsénico y mercurio, las 10 muestras de residuos metalúrgicos sólidos superan los valores límite para residuos peligrosos.

Białowiec (2011), menciona que en las últimas décadas, el continuo crecimiento industrial y comercial de muchos países del mundo ha ido acompañado de un rápido aumento de la producción de residuos sólidos tanto municipales como industriales. A finales de la década de 1990, la producción anual de residuos oscilaba entre 300 y 800 kg por persona en los países más desarrollados y menos de 200 kg en otros países. En 2009, la población polaca producía 12 millones de Mg de residuos sólidos urbanos (RSU), pero sólo se habían recogido 9,3 millones de Mg, lo que equivale a 246 kg por persona. El método del vertedero sanitario para la eliminación final de los residuos sólidos sigue siendo ampliamente aceptado y utilizado debido a sus ventajas económicas. Los estudios comparativos de los distintos medios posibles para eliminar los residuos sólidos urbanos (vertido, incineración, compostaje, etc.) han demostrado que el más barato, en términos de explotación y costes de capital, es el vertido.

La Directiva de Vertederos de la UE introduce objetivos específicos de reducción de la eliminación de residuos y requisitos técnicos muy estrictos para los vertederos y las instalaciones de vertido. A pesar de esta Directiva, la situación no es homogénea en toda Europa. Los datos de Eurostat para el año 2010 muestran que varios países están muy avanzados en el desvío de residuos municipales de los vertederos, a menudo debido a la aplicación de medidas nacionales para reducir el vertido de residuos municipales. Suiza, Alemania, Países Bajos, Suecia, Austria, Dinamarca y Bélgica han notificado tasas de vertido inferiores al 5%. En los nuevos Estados miembros y los países candidatos, así como en Islandia, el vertido sigue siendo la opción de gestión de residuos predominante. Las tasas de vertido en estos países oscilan entre el 62% de Eslovenia y el 100% de Bulgaria. En 2009, el 85% de los residuos sólidos urbanos recogidos en Polonia se depositaron en vertederos.

Como ya se ha mencionado, por razones técnicas, económicas y normativas, el vertido sigue siendo en la mayoría de los países la solución más práctica para el tratamiento de residuos. Sin embargo, por muchas otras razones, también parece ser el enfoque menos racional para la gestión de residuos. Los vertederos se comprometen a eliminar los residuos durante unos 10 años, y el periodo de mantenimiento posterior puede durar hasta 100 años. El biogás y los lixiviados pueden tener graves repercusiones en el medio ambiente, y los vertederos pueden causar otros tipos de molestias públicas. Además, en muchos países, los residuos sólidos urbanos (RSU) se depositan en vertederos sin separación de residuos ni pruebas de su contenido. Incluso los residuos domésticos contienen un componente de sustancias peligrosas potencialmente nocivas, que asciende al 1% de los RSU. En la actualidad se han producido importantes avances en la gestión de los residuos y su control legislativo, de modo que los objetivos de reciclado y el pretratamiento de los orgánicos biodegradables antes del vertido limitan ahora el ritmo de expansión de los vertederos.

El vertido de residuos provoca dos tipos principales de contaminación, que corresponden a la migración al medio natural de:

Lixiviados, definidos como el agua que se ha filtrado a través de los residuos (agua de lluvia o filtraciones de aguas subterráneas), fuente de contaminación del suelo y de las aguas subterráneas.

Biogás producido por la fermentación de la materia orgánica, fuente de contaminación atmosférica.

Hoy en día se fomentan mucho algunos métodos alternativos, como el reciclado, el compostaje y la incineración, pero incluso las incineraciones crean residuos de aproximadamente un 10-20% que, en última instancia, deben depositarse en vertederos. En la actualidad, los vertederos modernos son

instalaciones de alta ingeniería diseñadas para eliminar o minimizar el impacto adverso de los residuos en el medio ambiente circundante.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Ovalle Huertas (2017), en el trabajo de investigación, titulado "Manejo de residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos en Petroperú, refinería Conchán-Lurín 2017," tuvo como objetivo evaluar el nivel de conocimiento de los trabajadores de la refinería acerca del manejo de residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos, resultantes de las operaciones del negocio.

El estudio fue de carácter descriptivo y de diseño no experimental. La muestra fue probabilística, compuesta por 136 trabajadores de la refinería Conchán de Petroperú, en Lurín. Se utilizó la técnica de la encuesta, aplicando un cuestionario a los trabajadores de la refinería para recolectar la información. La validez y fiabilidad de los instrumentos fueron verificadas mediante juicio de expertos y el coeficiente alfa de Cronbach, que arrojó un coeficiente de fiabilidad de 0.94, indicando alta confiabilidad.

Los resultados de la investigación, obtenidos mediante la aplicación del cuestionario para medir el nivel de conocimiento, revelaron que el 88.2% de los trabajadores de Petroperú tiene un nivel de conocimiento principalmente medio y alto sobre el manejo de los residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos. En conclusión, se determinó que los trabajadores de la refinería Conchán de Petroperú poseen un nivel aceptable de conocimiento respecto al manejo de estos residuos peligrosos.

Astete Gonzales (2022), en el estudio titulado "Gestión integral de los residuos peligrosos y la conservación medioambiental del laboratorio de Hidrocarburos-Rímac, 2019" tuvo como finalidad proponer una estrategia integral para la gestión de residuos peligrosos que contribuya a la conservación del medio ambiente en el laboratorio de hidrocarburos. La metodología utilizada

fue de tipo aplicada, con un enfoque descriptivo-explicativo y un diseño no experimental de corte transversal. Se utilizó un muestreo probabilístico para seleccionar a 154 personas de un total de 500 (14 docentes, 8 técnicos y 478 estudiantes). A estos participantes se les aplicaron dos encuestas sobre la gestión integral de los residuos peligrosos y la conservación medioambiental.

Los resultados del estudio mostraron que existe una relación significativa y directamente proporcional entre la gestión integral de los residuos peligrosos y la conservación medioambiental. Además, se encontró que las dimensiones de métodos de caracterización, procedimientos para la segregación y generación, tratamientos y normas de bioseguridad de los residuos peligrosos tienen una relación significativa y directamente proporcional con la conservación medioambiental en el laboratorio de hidrocarburos de Rímac.

Díaz Dávila (2019), en su investigación tuvo como objetivo de desarrollar una Propuesta de Plan de Manejo de Residuos Sólidos para el proyecto de Conservación Vial de la empresa CONALVIAS en la carretera central, durante el periodo 2012-2013. Esta propuesta abarca las etapas de generación, minimización, almacenamiento, recolección y transporte, comercialización y/o donación y disposición final de los residuos. Entre los objetivos específicos se incluyeron la caracterización de los residuos, la creación de un flujograma de procesos para un proyecto de conservación vial, la identificación de residuos peligrosos, la identificación de impactos ambientales de los residuos y la determinación de las etapas de manejo de residuos.

La metodología utilizada para realizar el diagnóstico de la línea base del manejo de residuos peligrosos se basó en la recolección de información, entrevistas y visitas a los centros de generación de residuos, así como en la observación y recopilación de la cantidad y calidad de los residuos sólidos. La caracterización de residuos se llevó a cabo siguiendo los lineamientos de la Hoja de Divulgación Técnica de los procedimientos estadísticos de caracterización

de residuos sólidos de CEPIS. Se determinó que en la obra se generan, en promedio, 121 kg de residuos por día, de los cuales el 12% proviene de las actividades de Conservación Periódica, el 17% corresponde a residuos reaprovechables y el 5% a residuos no reaprovechables.

Para el año 2015, se proyectó una disminución en la generación de residuos en comparación con el año anterior, debido a la finalización de los principales servicios de conservación de la vía y, en consecuencia, una reducción en la cantidad de personal. El Plan de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos se consideró necesario y factible de implementar, y se planteó como una herramienta de gestión ambiental que asegurará un manejo seguro, sanitario y ambientalmente adecuado, además de cumplir con la legislación vigente. Por lo tanto, es esencial que las organizaciones comprendan la importancia de implementar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos en obras viales para garantizar una gestión ambiental y socialmente sostenible.

2.1.3. Antecedentes locales

García Cruz (2021), se centró en el análisis de estrategias de segregación de residuos sólidos peligrosos en el sector ferroviario. El estudio proporcionó recomendaciones específicas para Ferrocarril Central Andino S.A. en cuanto a la identificación temprana de residuos peligrosos, la implementación de sistemas de gestión eficientes y la formación del personal en prácticas seguras de manejo de estos residuos. Los resultados ofrecieron un enfoque práctico para mejorar la eficacia de la empresa en la gestión de residuos sólidos peligrosos.

López Hernández, (2020), investigó la aplicación de tecnologías avanzadas de tratamiento de residuos líquidos peligrosos en la industria ferroviaria. El análisis demostró que la implementación de sistemas de tratamiento eficaces redujo significativamente la generación de desechos líquidos y minimizó los riesgos ambientales. Sus hallazgos ofrecieron valiosas

recomendaciones para Ferrocarril Central Andino S.A. en la optimización de sus prácticas de manejo de residuos líquidos peligrosos.

Martínez (2019), llevó a cabo una investigación enfocada en la eficiencia de la logística de gestión de residuos sólidos peligrosos en el contexto ferroviario. El estudio analizó los procesos de recolección, transporte y disposición de estos residuos, identificando áreas de mejora en la cadena de suministro. Sus recomendaciones contribuyeron a la optimización de los flujos de residuos y la reducción de costos operativos para FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.

Rodríguez (2018), en su investigación evaluó el impacto económico y ambiental de un programa de reciclaje de residuos sólidos peligrosos en el sector ferroviario. Sus hallazgos destacaron los beneficios significativos de la implementación de prácticas sostenibles, incluyendo la reducción de costos y la mejora de la reputación corporativa. Este estudio ofreció perspectivas valiosas para Ferrocarril Central Andino S.A. en la promoción de la responsabilidad ambiental.

Torres (2017), su investigación se centró en la capacitación del personal en la gestión adecuada de residuos sólidos y líquidos peligrosos en el sector ferroviario. El estudio demostró que la formación efectiva contribuye a la reducción de incidentes y errores en el manejo de estos residuos, mejorando la seguridad laboral y el cumplimiento normativo. Sus recomendaciones subrayaron la importancia de la educación continua en Ferrocarril Central Andino S.A.

2.2. Bases teóricas- científicas

Base legal

El Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, establece un marco legal en el Perú para la gestión de residuos peligrosos con el objetivo de prevenir y minimizar los impactos ambientales y

para proteger la salud pública. Este decreto legislativo establece las normativas y directrices para la generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos, además de promover la responsabilidad compartida entre los generadores, transportistas y operadores de instalaciones de manejo de residuos. También se enfoca en la promoción del reciclaje y la reducción en la generación de residuos peligrosos, así como en la capacitación y sensibilización de las partes involucradas. En resumen, el Decreto Legislativo N° 1278 busca garantizar una gestión adecuada y segura de los residuos peligrosos en el país, alineando las prácticas con estándares internacionales de protección ambiental y salud pública.

El manejo de residuos peligrosos en el Reglamento de la Ley, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, establece un marco legal y regulatorio sólido para la gestión segura y adecuada de estos residuos en el Perú. El reglamento establece requisitos claros para la identificación, clasificación, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, así como la obligación de contar con un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos (PMRP) que detalle las acciones a seguir. Se promueve la responsabilidad compartida entre generadores, transportistas y operadores de instalaciones de tratamiento y disposición final. Además, se fomenta la minimización de la generación de estos residuos, la adopción de tecnologías limpias y la capacitación de personal en prácticas seguras. Este reglamento tiene como objetivo proteger la salud humana y el medio ambiente, garantizando el cumplimiento de estándares internacionales y contribuyendo a la sostenibilidad y el desarrollo sostenible del país en la gestión de residuos peligrosos.

La Ley N.º 30884, promulgada el 19 de diciembre de 2018 en el Perú, junto con su reglamento D.S 006-2019-MINAM, publicado el 23 de agosto de 2019, establecen un marco legal y normativo integral para el manejo de residuos

peligrosos en el país. Estas disposiciones buscan regular la generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos, así como promover la responsabilidad compartida entre los generadores y las autoridades competentes. Además, fomentan la prevención y la minimización de estos residuos, la gestión adecuada de los mismos y la protección de la salud humana y el medio ambiente. Este marco legal refuerza las obligaciones de quienes manejan residuos peligrosos, estableciendo mecanismos de seguimiento y control para garantizar un manejo seguro y ambientalmente sostenible de estos desechos en el Perú.

La NTP 900.058:2019 es una Norma Técnica Peruana que establece pautas para la gestión de residuos sólidos, incluyendo un código de colores para el almacenamiento de residuos peligrosos. Esta norma proporciona directrices clave para la clasificación, segregación y manejo seguro de los residuos peligrosos, lo que es fundamental para minimizar los riesgos ambientales y de salud pública asociados con estos desechos. El código de colores especificado en la norma asigna colores específicos a los recipientes o áreas de almacenamiento de residuos, lo que facilita la identificación y separación adecuada de diferentes tipos de residuos peligrosos. Esto contribuye a la prevención de mezclas peligrosas, la reducción de accidentes y la promoción de buenas prácticas en la gestión de residuos peligrosos, cumpliendo así con los estándares de seguridad y responsabilidad ambiental en Perú.

Clasificación de los residuos sólidos

La clasificación de los residuos sólidos es un proceso fundamental para su adecuado manejo y disposición. Los residuos sólidos se pueden clasificar en función de diversas características, lo que facilita su gestión y tratamiento. Una de las clasificaciones más comunes es la basada en su origen, donde se distinguen tres categorías principales: residuos domésticos, residuos industriales y residuos comerciales. Los residuos domésticos son generados en

los hogares y comprenden materiales como papel, cartón, vidrio, plástico, orgánicos y productos desechables. Los residuos industriales provienen de procesos de producción y pueden incluir sustancias químicas peligrosas, materiales metálicos, residuos de construcción y demolición, entre otros. Por último, los residuos comerciales se generan en establecimientos comerciales y oficinas, e incluyen papeles, cartones, envases y otros materiales similares.

Otra clasificación importante se basa en la composición química o física de los residuos. Aquí, se distinguen residuos reciclables, residuos orgánicos, residuos peligrosos y residuos inertes. Los residuos reciclables son aquellos que pueden ser reutilizados o transformados en nuevos productos, como papel, vidrio, plástico y metales. Los residuos orgánicos son materiales biodegradables, como restos de alimentos y vegetales. Los residuos peligrosos contienen sustancias que representan un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, como productos químicos tóxicos o inflamables. Por último, los residuos inertes son materiales no biodegradables y no reactivos, como escombros de construcción y tierra.

Figura 2

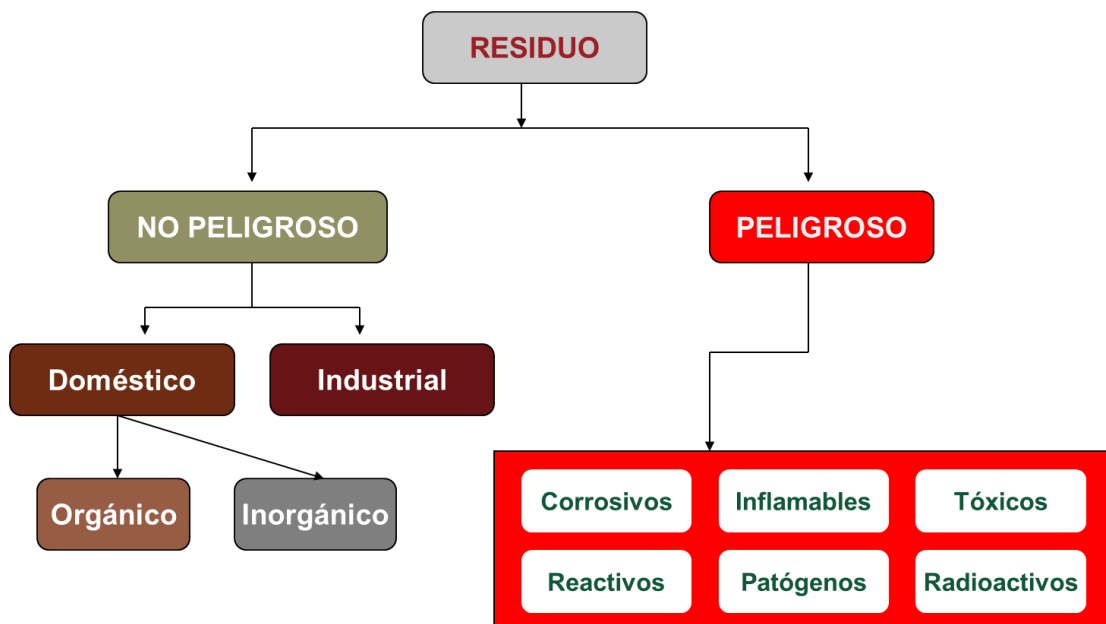
Clasificación de residuos sólidos



Los residuos peligrosos se clasifican en función de su peligrosidad y características físicas, químicas y biológicas. Esta clasificación se divide en cuatro categorías principales: residuos tóxicos, que contienen sustancias nocivas para la salud humana y el medio ambiente; residuos inflamables, que pueden encenderse fácilmente en presencia de una fuente de ignición; residuos corrosivos, que son sustancias ácidas o alcalinas que pueden causar daño a materiales y tejidos vivos; y residuos reactivos, que son químicamente inestables y pueden reaccionar violentamente cuando se exponen a ciertas condiciones. Además de estas categorías principales, existen subcategorías y criterios específicos que se utilizan para clasificar los residuos peligrosos de manera más detallada, lo que facilita su manejo, almacenamiento y disposición seguros de acuerdo con las regulaciones ambientales y de seguridad.

Figura 3

Clasificación de residuos peligrosos



Residuos generados por la empresa

La empresa ferroviaria Ferrocarril Central Andino S.A. genera una variedad de residuos sólidos y líquidos peligrosos como parte de sus operaciones. Entre los residuos sólidos se incluyen trapos, filtros, maderas,

cartones, guaipes, latas, baldes, tierras con hidrocarburos y tierra con mineral. Estos residuos sólidos representan un desafío en términos de su adecuada gestión y disposición debido a su naturaleza peligrosa. Además, la empresa también genera residuos líquidos peligrosos, principalmente compuestos por sustancias con hidrocarburos. Estos residuos líquidos requieren una atención especial para prevenir la contaminación ambiental y cumplir con las regulaciones ambientales vigentes. El manejo eficiente y responsable de estos residuos sólidos y líquidos es esencial para garantizar la sostenibilidad de las operaciones ferroviarias y minimizar los impactos negativos en el entorno.

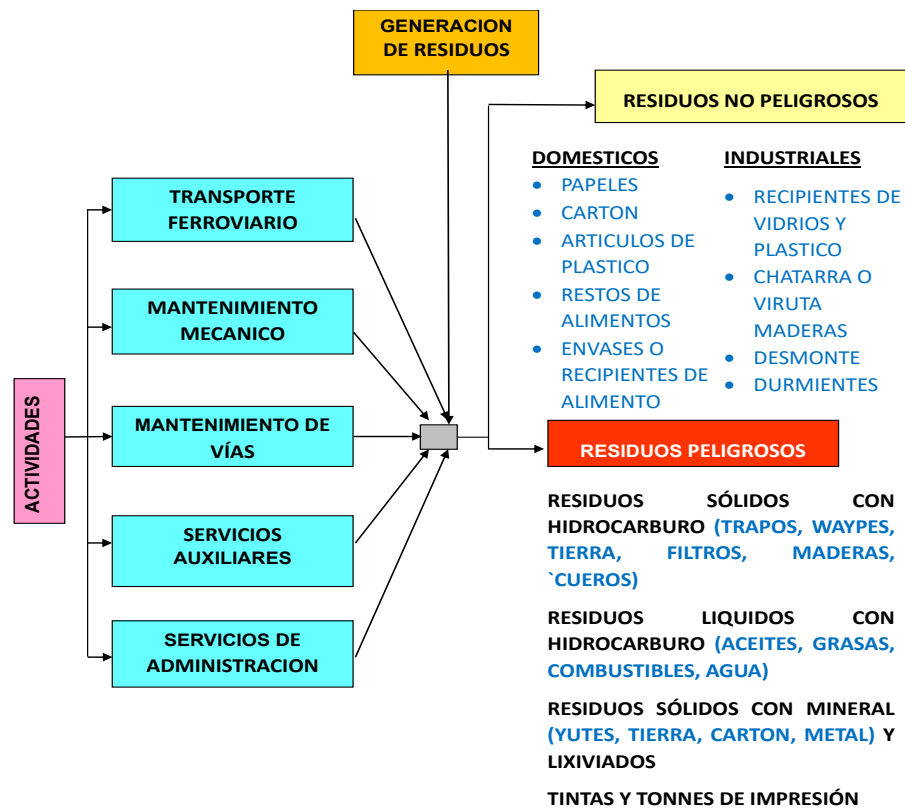
Figura 4

Residuos generados



Figura 5

Residuos generados por la empresa



La empresa ferroviaria ha llevado a cabo la implementación del Código de Colores según la norma NTP 900.058:2019 como parte de su estrategia para mejorar la gestión de residuos sólidos y líquidos peligrosos. Este código, que establece un sistema de etiquetado y clasificación de los contenedores de residuos, ha permitido una identificación más rápida y precisa de los tipos de residuos y sus peligros asociados. La adopción de este estándar ha mejorado la seguridad en el manejo y almacenamiento de los residuos, reduciendo los riesgos para los trabajadores y el medio ambiente. Además, ha facilitado el cumplimiento de las regulaciones ambientales y la gestión más eficiente de los procesos de disposición y tratamiento de los residuos peligrosos en todas las áreas de operación de la empresa ferroviaria, contribuyendo así a su compromiso con la sostenibilidad y la responsabilidad corporativa.

Figura 6*Código de colores empleado en la empresa*

RESIDUO	ROTULO	COLOR	MATERIAL DEL CONTENEDOR
Restos de alimentos, cáscaras de frutas.	RESIDUOS ORGÁNICOS	MARRÓN	Metal
Restos de la limpieza, restos de aseo personal, envoltura de alimentos, tapers descartables, maderas, trapos.	RESIDUOS GENERALES	NEGRO	Metal
Botellas de plástico	BOTELLAS DE PLÁSTICO	BLANCO	Metal
Botellas de vidrio	BOTELLAS DE VIDRIO	PLOMO	Metal
Papeles y cartones	PAPELES Y CARTONES	AZUL	Metal
Viruta y restos de metal	VIRUTA, RESTOS DE METAL	AMARILLO	Metal
Residuos sólidos con hidrocarburos (trapos, waypes, tierra contaminada, filtros), latas de pintura, textiles contaminados.	RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS	ROJO	Metal
Aceites, grasas, combustibles con agua.	RESIDUOS LÍQUIDOS CON ACEITES	ROJO	Metal

La distribución efectiva de los puntos de acopio de residuos sólidos por parte de la empresa ferroviaria Ferrocarril Central Andino S.A debería basarse en una estrategia logística que optimice la ubicación de estos puntos en función de la generación y acumulación de residuos en diversas áreas operativas y estaciones clave a lo largo de su red ferroviaria. Esto implicaría identificar los puntos de mayor generación de residuos, como talleres mecánicos, áreas de mantenimiento y estaciones de carga, y ubicar contenedores o puntos de acopio cercanos a estas áreas para facilitar la segregación temprana de los residuos. Además, se deberían considerar las regulaciones locales y nacionales sobre la gestión de residuos en la selección de ubicaciones.

Figura 7

Distribución de los puntos de acopio

PUNTOS DE ACOPIO		ESTADOS DE PUNTOS DE ACOPIO				CILINDROS			
		Piso	Techo	Tiene Contenedores	Los Contenedores se encuentran codificados	Cartel de identificación del punto de acopio	Estructura	Tiene botiquín,extintor	Los residuos se encuentran en los contenedores correctos.
Código de Ubicación:	Ubicación	Si= Si tiene se encuentra en buen estado . Si= Si tiene se encuentra en mal estado falta pintar, presenta huecos, presenta manchas	Si= Si tiene se encuentra en buen estado . Si= Si tiene se encuentra en mal estado NO = No tiene .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado . Si= Si tiene se encuentra en mal estado NO = No tiene .	Si= Si se encuentra en buen estado . Si= Si tiene se encuentra en mal estado NO = No tiene .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado . Si= Si tiene se encuentra en mal estado NO = No tiene .	B= Se encuentra en buen estado. NB= Requiere mantenimiento(pi ntado)	B= Tiene botiquín E= Tiene extintor NO = Notiene botiquín NO= No tiene extintor	B= Buena segregación M= Mala segregación
CH-C	Taller de electricidad de locomotoras (RRSS sólidos peligrosos)	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	NO = No tiene botiquín NO= No tiene extintor	B= Buena segregación
CHH	Jaula Lado sur	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	B = Si Tiene botiquín E= Si tiene extintor	B= Buena segregación
CH-J	zona de estacionamiento	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	NO = Notiene botiquín NO= No tiene extintor	B= Buena segregación
CHK	Frente a SSHH	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	NO = Notiene botiquín NO= No tiene extintor	B= Buena segregación
CH-L	(RRSS Líquidos peligrosos)	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	NO = Notiene botiquín NO= No tiene extintor	B= Buena segregación
BT-A	Jaula Lado sur - RRSS Líquidos peligrosos	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	B = Tiene botiquín E= tiene extintor	B= Buena segregación
BT-B	Jaula Lado sur - RRSS Sólidos peligrosos	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	NO = No tiene	NO = No tiene	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	NO = Notiene botiquín NO= No tiene extintor	B= Buena segregación
BT-C	Jaula Lado sur - Residuos Generales	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	NO = Notiene botiquín NO= No tiene extintor	B= Buena segregación
MT-B	Jaula de RRSS Líquidos peligrosos	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	NO = No tiene	NO APLICA	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	NO = Notiene botiquín E= tiene extintor	B= Buena segregación
MT-C	Jaula de RRSS Sólidos peligrosos	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	Si= Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	B=tiene botiquín E= tiene extintor	B= Buena segregación

Ferrocarril Central Andino S.A ha implementado de manera efectiva el concepto de las "3R" (Reducir, Reutilizar y Reciclar) en su gestión de residuos sólidos. La empresa ha adoptado estrategias de reducción de la generación de residuos en sus operaciones ferroviarias, identificando fuentes de desperdicio y promoviendo la eficiencia en el consumo de recursos. Además, se fomenta la

reutilización de materiales y equipos siempre que sea posible, extendiendo su vida útil y reduciendo así la necesidad de nuevos recursos. En cuanto al reciclaje, se han establecido programas para separar y procesar adecuadamente los materiales reciclables, contribuyendo a la reducción de desechos enviados a vertederos y a la conservación de recursos naturales. Esta estrategia de gestión basada en las 3R no solo promueve la sostenibilidad ambiental, sino que también puede generar ahorros económicos y mejorar la imagen corporativa de la empresa en el sector ferroviario.

Figura 8

Uso de las 3r



2.3. Definición de términos básicos

Residuos Sólidos Peligrosos: Estos son desechos sólidos que contienen sustancias químicas o componentes que pueden representar un riesgo para la salud humana o el medio ambiente si no se manejan adecuadamente. Pueden incluir productos químicos tóxicos, materiales inflamables, corrosivos, reactivos, y otros que son peligrosos para la salud o el entorno.

Residuos Líquidos Peligrosos: Son desechos líquidos que contienen sustancias peligrosas o contaminantes, como productos químicos, metales pesados, solventes, aceites usados u otros contaminantes que pueden causar daño al medio ambiente o la salud si se liberan sin tratamiento adecuado.

Gestión de Residuos: Se refiere a todas las actividades relacionadas con la manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos, con el objetivo de minimizar los impactos negativos en la salud y el medio ambiente, cumplir con las regulaciones y optimizar los recursos.

Cumplimiento Normativo: La conformidad con las regulaciones ambientales y legales relacionadas con la gestión de residuos es esencial para evitar sanciones legales y proteger la reputación de la empresa.

Mejoramiento: En el contexto del estudio, el mejoramiento se refiere a las acciones y estrategias implementadas para optimizar la gestión de residuos sólidos y líquidos peligrosos, reduciendo costos, minimizando riesgos y mejorando la eficiencia.

Optimización: Implica el proceso de identificar las mejores prácticas y estrategias para maximizar la eficiencia en la gestión de residuos, con el objetivo de lograr resultados óptimos en términos de costos, cumplimiento normativo y sostenibilidad ambiental.

Educación y concienciación: La educación pública es clave. La comunidad debe comprender la importancia de reducir, reutilizar y reciclar, así como conocer las prácticas adecuadas de eliminación de residuos. Campañas de concienciación y programas de educación ambiental pueden ser útiles.

Tecnología y automatización: El uso de tecnología avanzada, como sistemas de recogida de basura automatizados, sensores para medir la

capacidad de los contenedores y sistemas de seguimiento de residuos, puede mejorar la eficiencia del manejo de residuos.

Legislación y regulación: Establecer leyes y regulaciones sólidas sobre el manejo de residuos sólidos es esencial. Esto incluye normativas sobre la gestión de vertederos, la prohibición de ciertos tipos de desechos y la promoción de prácticas sostenibles.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La implementación de medidas de optimización basadas en procesos eficientes, el uso de tecnologías avanzadas y la capacitación continua del personal mejorará la eficiencia en la gestión de residuos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Existen deficiencias significativas en los procedimientos actuales de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., lo que contribuye a un inadecuado control y disposición de estos residuos.
- La implementación de nuevas propuestas para el manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en Ferrocarril Central Andino S.A. permitirá optimizar los procesos, reduciendo riesgos ambientales y mejorando el cumplimiento normativo.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variable independiente

Manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos

2.5.2. Variable dependiente

Mejoramiento y optimización en el manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos.

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.

En la Tabla 2, se operacionalizó las variables de estudio, con el fin de hallar los objetivos de la presente investigación.

Tabla 2

Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos peligrosos	Es la implementación de estrategias y prácticas destinadas a reducir, reciclar y gestionar de manera más eficiente los desechos que generamos. Esto abarca la reducción en la fuente, la promoción del reciclaje y la mejora en la recolección y separación en la fuente, la educación pública y la implementación de tecnologías avanzadas. Además, busca fomentar una transición hacia una economía circular donde los productos y materiales se reutilicen y reciclen.	Trabajos en la fuente	Reducción en la fuente	Ficha de observación
			Separación en la fuente	Ficha de observación
			Reciclaje	Ficha de observación
		Educación Ambiental	Recolección eficiente	Ficha de observación
			Educación e concientización	Ficha de observación
		Legislación y regulación	Normativas	Ficha de observación
Mejoramiento y optimización en el manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos.	Se refiere al proceso de mejorar la gestión de desechos con el objetivo de reducir su impacto ambiental y maximizar su valor. Esto implica estrategias como la reducción en la fuente, la recogida selectiva, el reciclaje y el compostaje, así como la implementación de tecnologías avanzadas y la promoción de la educación pública.	Reaprovechamiento	Valorización de RR. SS y líquidos	Ficha de observación
			Economía circular	Ficha de observación
			Tecnología y automatización	Ficha de observación
		Tecnología	Innovación y desarrollo tecnológico	Ficha de observación

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación

La evaluación de la gestión de almacenamiento de los residuos sólidos se basa en un enfoque cuantitativo debido a la naturaleza de los datos recopilados. Estos datos se cuantifican utilizando la ficha de observación, que se deriva de la observación directa del manejo de los residuos en la empresa. La unidad de análisis en este estudio son los propios residuos sólidos. Además, este enfoque se clasifica como aplicado y de diseño no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente las variables en cuestión, sino que se describen y analizan en su estado natural. El nivel del estudio es predominantemente descriptivo explicativo, ya que busca comprender y explicar las prácticas actuales de manejo de residuos en la empresa en lugar de probar hipótesis específicas o realizar cambios experimentales. Esta metodología proporciona una base sólida para evaluar y mejorar la gestión de residuos sólidos, permitiendo una comprensión detallada de las prácticas existentes y sus implicaciones (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

3.2. Nivel de Investigación

El nivel de este estudio es explicativo debido a que se fundamenta en los datos recopilados después de la implementación de las estrategias destinadas a mejorar la gestión de los residuos sólidos. En lugar de buscar causas o relaciones, se centra en comprender y explicar los resultados observados tras la aplicación de estas estrategias.

3.3. Métodos de investigación

El enfoque utilizado en este estudio es cuantitativo y como método el hipotético-deductivo, que implica la búsqueda de información y la exploración de investigaciones previas relacionadas con las variables de estudio. Este enfoque permite evaluar la gestión del almacenamiento de residuos y, al final del estudio, derivar conclusiones y recomendaciones basadas en una base sólida de datos y análisis previos.

3.4. Diseño de investigación

El diseño del estudio se clasifica como no experimental debido a que no implica la manipulación de variables. En lugar de ello, se observan y miden fenómenos y variables en su entorno natural, permitiendo un análisis posterior y la inferencia del comportamiento de la población a partir de la muestra recopilada. Esto facilita la comprensión de las relaciones y características presentes en un contexto real sin intervenir en él de manera activa.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

En este estudio la población son todas las áreas de la Empresa Ferrocarril Central Andino entre ellos: operaciones, mecánica, vías y obras, almacén y administración. Teniendo un total de datos en residuos sólidos 1,184.64 Kg y líquidos 12,981.93 Gl.

3.5.2. Muestra

En este estudio, la muestra se seleccionó un subconjunto del universo de datos, realizado en el área de Mecánica durante cuatro semanas, teniendo como dato en residuos sólidos peligrosos 906.41 Kg y residuos líquidos peligrosos 12,663.70 Gl que maneja el Ferrocarril Central Andino.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Métodos y técnicas de recolección de datos

En la búsqueda de mejorar la gestión de residuos sólidos en la empresa Ferroviaria mencionada, se optó por la técnica de observación. Esta elección se basa en su capacidad para proporcionar un instrumento de recolección de datos preciso y directo, permitiendo medir con precisión la eficacia de la gestión y disposición de estos residuos, lo que es esencial para identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas.

3.6.2. Selección y toma de muestra

El muestreo no probabilístico intencionado se eligió debido a la abundancia de datos disponibles al observar la gestión de residuos sólidos en la empresa ferroviaria. Dada la gran cantidad de información disponible, esta metodología permitió seleccionar de manera deliberada muestras representativas que proporcionaran una visión sólida de la situación sin depender de la probabilidad de selección.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.

La selección de los instrumentos utilizados en el estudio de mejoramiento y optimización del manejo de los residuos sólidos fue un proceso crucial. Se llevó a cabo una exhaustiva revisión de la literatura científica y de las mejores prácticas en gestión de residuos para identificar los instrumentos más adecuados que se alinearan con los objetivos del estudio y las necesidades de

la organización FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A. Esto garantizó que los instrumentos seleccionados estuvieran respaldados por evidencia y experiencia previa en situaciones similares.

La validación de los instrumentos se realizó a través de un riguroso proceso que incluyó pruebas piloto y revisión por parte de expertos en gestión de residuos. Las pruebas piloto permitieron ajustar y refinar los instrumentos antes de su implementación a gran escala, asegurando que fueran efectivos en la recolección de datos relevantes y la medición de los resultados deseados. La revisión por parte de expertos garantizó que los instrumentos fueran apropiados desde una perspectiva técnica y científica.

La confiabilidad de los instrumentos se aseguró mediante la aplicación consistente y uniforme de los mismos a lo largo del estudio. Se establecieron procedimientos y protocolos claros para la recopilación y análisis de datos, y se capacitó al personal involucrado en su uso. Además, se llevaron a cabo pruebas de consistencia interna y se verificó la coherencia de los resultados a lo largo del tiempo para garantizar que los instrumentos proporcionaran mediciones confiables y consistentes de los cambios en la gestión de residuos sólidos. En conjunto, la selección, validación y confiabilidad de los instrumentos utilizados en el estudio contribuyeron a la solidez y credibilidad de los hallazgos y recomendaciones del mismo.

3.8. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

La técnica de observación del pesaje a través de una balanza se reveló como un enfoque efectivo para cuantificar la generación de residuos sólidos en la empresa ferroviaria. Esta metodología proporciona datos precisos y directos sobre la cantidad de residuos producidos, lo que es esencial para evaluar el impacto de las estrategias de mejora y optimización en la gestión de residuos. Para llevar a cabo el análisis estadístico de estos datos, se recurrió a modelos inferenciales que se basaron en una muestra representativa de los registros.

Esta selección se hizo considerando las características de los datos y garantizando su validez para las conclusiones posteriores.

El uso del coeficiente de correlación de Pearson (r de Pearson) fue fundamental para determinar la relación entre las variables relacionadas con la mejora y optimización de los residuos sólidos. Este coeficiente permitió cuantificar la fuerza y dirección de la asociación entre estas variables, lo que facilitó la identificación de patrones y tendencias. Además, el análisis de valor se aplicó para llevar a cabo pruebas de hipótesis y evaluar la significancia estadística de las relaciones identificadas. En conjunto, estas herramientas estadísticas proporcionaron una base sólida para la toma de decisiones informadas y la formulación de recomendaciones en el proceso de mejora de la gestión de residuos sólidos en la empresa ferroviaria.

3.9. Tratamiento Estadístico

La elección de utilizar la correlación de Pearson como prueba paramétrica en este estudio se justifica por varias razones. En primer lugar, los datos recopilados sobre la generación de residuos sólidos son de naturaleza cuantitativa, lo que significa que se pueden expresar numéricamente y se prestan al análisis estadístico. La correlación de Pearson es especialmente adecuada para evaluar la relación lineal entre dos variables cuantitativas, en este caso, los promedios mensuales de la generación de residuos sólidos antes y después de la implementación de las estrategias de mejora y optimización. Esta prueba permite determinar si existe una asociación significativa entre estos conjuntos de datos, lo que es esencial para evaluar la eficacia de las estrategias implementadas.

Además, al ser una prueba paramétrica, la correlación de Pearson asume ciertas características en la distribución de los datos, como la normalidad, que pueden ser razonablemente cumplidas en estudios con un tamaño de muestra adecuado. Esto proporciona mayor poder estadístico y

precisión en la detección de diferencias o relaciones significativas entre las variables estudiadas.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

El estudio se centra en evaluar la etapa de almacenamiento de los residuos sólidos en una empresa ferroviaria es de gran relevancia debido a su enfoque inédito y su alineación con la Ley 29733 en Perú, que regula la propiedad intelectual. Esta singularidad radica en que se aborda un aspecto crítico de la gestión de residuos en un contexto específico, lo cual no solo contribuye al cumplimiento de regulaciones ambientales, sino que también puede tener implicaciones legales y de propiedad intelectual en la forma en que se manejan los residuos sólidos. Esta investigación no solo se enfoca en la resolución de problemas prácticos en la empresa ferroviaria, sino que también genera conocimientos valiosos que pueden servir como antecedente y base teórica para futuras investigaciones. Los hallazgos y experiencias obtenidos en este estudio pueden informar y enriquecer investigaciones posteriores relacionadas con la gestión de residuos sólidos, proporcionando un punto de partida sólido para el desarrollo de estrategias más efectivas y sostenibles en este ámbito, y contribuyendo así al avance del conocimiento en la materia y al cumplimiento de las regulaciones pertinentes.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

El acopio de los residuos sólidos peligrosos es una práctica esencial en la gestión de desechos, ya que garantiza la seguridad tanto de la población como del medio ambiente. Almacenar estos materiales de manera adecuada reduce el riesgo de contaminación del suelo, agua y aire, así como la exposición de las personas a sustancias tóxicas y peligrosas. Además, facilita su posterior tratamiento y disposición final de forma segura. Sin embargo, es fundamental destacar que el acopio no debe ser una solución permanente, sino una etapa temporal en el proceso de gestión de residuos. La planificación, supervisión y regulación efectiva de estas instalaciones son cruciales para evitar posibles desastres ambientales y para promover una gestión de residuos sostenible a largo plazo, ver figura 9.

Figura 9

Acopio de los residuos sólidos peligrosos



El acopio de los residuos líquidos peligrosos se refiere al proceso de recolección, almacenamiento y manejo seguro de sustancias líquidas que contienen componentes nocivos o tóxicos para el medio ambiente y la salud humana, ver figura 10. Este proceso implica la utilización de recipientes adecuados y sistemas de contención que evitan derrames y fugas, así como la identificación y etiquetado adecuado de los recipientes para garantizar una gestión responsable. El acopio de estos residuos es esencial para prevenir la contaminación del suelo y el agua, así como para cumplir con regulaciones ambientales y de seguridad que buscan minimizar los riesgos asociados con estos materiales peligrosos.

Figura 10

Acopio de los residuos líquidos peligrosos



La gestión de los residuos sólidos en la empresa ferroviaria se centra en la implementación de un conjunto de estrategias y políticas destinadas a minimizar, reciclar y disponer adecuadamente de los desechos generados en sus operaciones. Esto implica la segregación de residuos en origen, la promoción de prácticas de reducción y reutilización, así como la inversión en tecnologías avanzadas de tratamiento y eliminación que sean respetuosas con el medio ambiente. Además, la empresa ferroviaria se compromete a cumplir con las regulaciones y normativas ambientales vigentes, promoviendo una cultura de responsabilidad ambiental entre sus empleados y colaboradores, con el objetivo de reducir al máximo el impacto de sus actividades en el entorno y contribuir al desarrollo sostenible ver figura 11.

Figura 11



Gestión de los residuos sólidos en la empresa ferroviaria andina S.A



Los residuos peligrosos sólidos y líquidos son almacenados en el punto de acopio intermedio - final, inspeccionándose de manera semanal por parte de los supervisores SSOMA, mediante un registro de check list, en el cual se detalla en qué condiciones se encuentra y las recomendaciones para su mejoramiento.

Figura 12

Lista de verificación de puntos de acopio final de RR.SS.

LISTA DE VERIFICACION DE PUNTOS DE ACOPIO FINAL DE RRSS											
PUNTOS DE ACOPIO		ESTADOS DE PUNTOS DE ACOPIO				CILINDROS				OBSERVACIONES DE PUNTO DE ACOPIO	PANEL FOTOGRAFICO
		Piso	Techo	Tiene Contenedores	Los Contenedores se encuentran codificados	Cartel de identificación del punto de acopio	Estructura	Tiene botiquin,extintor	Los residuos se encuentran en los contenedores correctos.		
Código de Ubicación:	Ubicación	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado . Sl- Si tiene se encuentra en mal estado falta pintar, presenta huecos, presenta manchas	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado . Sl- Si tiene se encuentra en mal estado ND= No tiene .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado . Sl- Si tiene se encuentra en mal estado ND= No tiene .	Sl- Si se encuentra en buen estado . Sl- Si tiene se encuentra en mal estado ND= No tiene .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado . Sl- Si tiene se encuentra en mal estado ND= No tiene .	E- Se encuentra en buen estado. NE= Requiere mantenimiento (pintado ,...)	B= Tiene botiquin E= Tiene extintor ND= No tiene botiquin NO= No tiene extintor	B= Buena segregacion M= Mala segregacion		
CH-C	Taller de electricidad de locomotoras (RRSS sólidos peligrosos)	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	NO= No Tiene botiquin NO= No tiene extintor	M= Mala segregación	operativo	
CH-I	Jaula Lado sur	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	Sl- Si tiene se encuentra en buen estado .	B= Se encuentra en buen estado.	B= Si Tiene botiquin E= Si tiene extintor	B= Buena segregacion	operativo - Puerta descuadrada	

Los residuos sólidos son trasladados al punto de almacenamiento final dentro de un Hopper (es un vehículo ferroviario destinado al transporte de cargas a granel), con las siguientes características:

Tabla 3

Características del Hopper

PESO / TARA (KG)	CAPACIDAD (TONELADAS)
20,000	60 toneladas

Figura 13

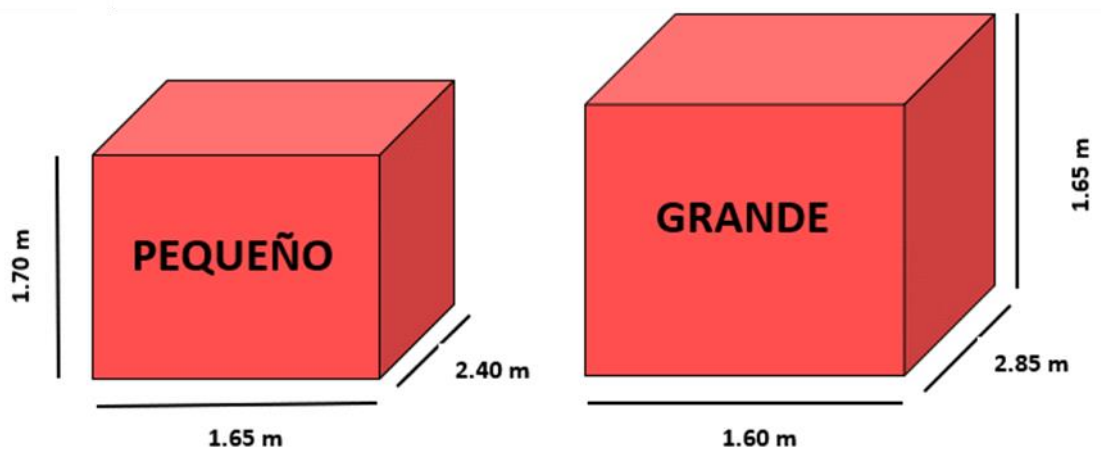
Punto de almacenamiento temporal de RR.SS. peligrosos - Hopper



Los residuos líquidos son trasladados al punto de almacenamiento final, en dos depósitos con las siguientes características:

Figura 14

Depósito de almacenamiento temporal de residuos líquidos peligrosos



El manejo y control de los residuos sólidos y líquidos peligrosos se realiza a través de la Empresa Operadora de Residuos Sólidos (EO-RS), que

lleva a cabo la recolección siguiendo procedimientos establecidos para garantizar una gestión adecuada.

Figura 15

Zona de almacenamiento temporal de residuos líquidos peligrosos



Carga de residuos sólidos peligrosos mediante la empresa Huamancar S.A. y Camisea Combustible S.A. con el camión especializado es transportado para finalmente llevarlo a su disposición final en el relleno sanitario de Huaycoloro.

Figura 16

Almacenamiento temporal de residuos sólidos peligrosos - Hopper



Figura 17

Carguío de residuos sólidos peligrosos - Empresa Huamancar



Figura 18

Transporte de residuos líquidos peligrosos - Camión de Camisea Combustible

S.A.



Transporte de residuos líquidos peligrosos mediante la empresa Camisea Combustible S.A., con el camión cisterna especializado es transportado para finalmente llevarlo a su planta de tratamiento donde pasa el proceso de filtración para su segundo uso.

Figura 19

Disposición final de residuos líquidos peligrosos



Figura 20

Medición de residuos líquidos peligrosos en la cisterna para su disposición final



La tabla 4 muestra en el área de operaciones de manejo de residuos y cantidades totales en kilogramos (Kg) para diferentes ubicaciones denominados bases o estaciones a lo largo de cuatro semanas. En la ubicación "CALLAO", se registraron cantidades de residuos peligrosos consistentes durante las cuatro semanas, sumando un total de 10.16 Kg. En "CHOSICA", hubo una mayor variabilidad, con 183 Kg en total, principalmente debido a una disminución en la tercera semana. "CERRO PASCO" registró 9 Kg en total, con la mayoría en la primera y tercera semanas. Las otras ubicaciones, "OROYA" y "CERRO DE PASCO-UNISH", no tuvieron registros de residuos durante este período. Por ende, se manejaron un total de 202.16 Kg de residuos a lo largo de las cuatro semanas en todas las ubicaciones o estaciones.

Tabla 4

Generación de los residuos sólidos peligrosos en el área de operaciones

Operaciones	Semana				Total (Kg)
	1	2	3	4	
CALLAO	2.75	3.1	1.42	2.89	10.16
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	2.75	3.1	1.42	2.89	10.16
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CHOSICA	60	60	3	60	183
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	0	3	0	3
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	60	60	0	60	180
OROYA	0	0	0	0	0
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	0	0	0	0
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CERRO DE PASCO	1	0	8	0	9
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	1	0	0	0	1
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	8	0	8
CERRO DE PASCO – UNISH	0	0	0	0	0
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	0	0	0	0
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
Total general	63.75	63.1	12.42	62.89	202.16

De igual manera la tabla 5 presenta datos del área de mecánica y las cantidades totales en kilogramos (Kg) para diferentes ubicaciones y tipos de residuos. Se registro los datos para semanas, de acuerdo a sus ubicaciones incluyen CALLAO, CHOSICA, OROYA, CERRO DE PASCO y CERRO DE PASCO - UNISH. Los tipos de residuos peligrosos se dividen en "Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)" y "Tierra con HC" (hidrocarburos) y "Tierra con mineral". Los valores en la tabla representan la cantidad total en kilogramos de residuos generados en cada

ubicación y semana. Obteniendo la suma total de residuos generados durante las cuatro semanas para todas las ubicaciones, de un total de 905.91 kilogramos.

Tabla 5

Generación de los residuos sólidos peligrosos en el área de mecánica

Mecánica	Semana				Total (Kg)
	1	2	3	4	
CALLAO	6.87	6.1	3.91	6.24	23.12
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	5.24	5.9	3.5	5.54	20.18
Tierra con HC	1.63	0.2	0.41	0.7	2.94
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CHOSICA	217.18	214.84	216.6	209.37	857.99
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	99.15	99.34	99.37	98.14	396
Tierra con HC	57.66	55.33	56.77	50.46	220.22
Tierra con mineral	60.37	60.17	60.46	60.77	241.77
OROYA	4	5	5	5	19
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	4	5	5	5	19
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CERRO DE PASCO	2	2	0	0.5	4.5
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	2	2	0	0.5	4.5
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CERRO DE PASCO – UNISH	0	0.5	0.8	0.5	1.8
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	0.5	0.8	0.5	1.8
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
Total general	230.05	228.44	226.31	221.61	905.91

La tabla 6 muestra en el área de vías y obras de manejo de residuos y cantidades totales en kilogramos (Kg) para diferentes ubicaciones denominados bases o estaciones a lo largo de cuatro semanas. En la ubicación "CALLAO", se registraron cantidades de residuos peligrosos consistentes durante las cuatro semanas, sumando un total de 15.38 Kg. En "CHOSICA", hubo una mayor

variabilidad, con 28.89 Kg en total, principalmente debido a una disminución en la cuarta semana. "CERRO PASCO" registró 15 Kg en total, en la segunda semana. Las otras ubicaciones, "OROYA" y "CERRO DE PASCO-UNISH", no tuvieron bajos registros de residuos durante este período. Por ende, se manejaron un total de 68.27 Kg de residuos a lo largo de las cuatro semanas en todas las ubicaciones o estaciones.

Tabla 6:

Generación de los residuos sólidos peligrosos en el área de vías y obras

Vías y obras	Semana				Total (Kg)
	1	2	3	4	
CALLAO	2.4	3.4	4.87	4.71	15.38
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	2.4	3.4	4.87	4.71	15.38
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CHOSICA	8.17	8.27	8.27	4.18	28.89
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	8.17	8.27	8.27	4.18	28.89
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
OROYA	0	3	0	3	6
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	3	0	3	6
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CERRO DE PASCO	0	15	0	0	15
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	15	0	0	15
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CERRO DE PASCO – UNISH	3	0	0	0	3
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	3	0	0	0	3
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
Total general	13.57	29.67	13.14	11.89	68.27

Los indicadores presentados en la tabla 7 reflejan la cantidad de residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes) y otros tipos

de desechos (tierra con hidrocarburos y tierra con minerales) almacenados en diferentes ubicaciones a lo largo de varias semanas. Estos indicadores son esenciales para evaluar y gestionar la gestión de residuos y la seguridad ambiental en las instalaciones mencionadas.

En este contexto, se muestra que la mayor cantidad de residuos peligrosos se encuentra en el almacén de CALLAO, con un total acumulado de 6.8 kg a lo largo de las cuatro semanas registradas. Esto sugiere la necesidad de una atención particular en la gestión y eliminación adecuada de estos residuos en esa ubicación. Además, la tabla indica que no se han acumulado tierra con hidrocarburos ni tierra con minerales en ninguna de las ubicaciones registradas durante este período, lo que puede considerarse como un aspecto positivo en términos de la gestión ambiental de estos materiales. En resumen, estos indicadores proporcionan una visión clara de la cantidad y distribución de los residuos en cada ubicación, lo que permite tomar decisiones informadas y acciones para la gestión ambiental y la seguridad en estas instalaciones.

Tabla 7:*Generación de los residuos sólidos peligrosos en el almacén*

Almacén	Semana				Total (Kg)
	1	2	3	4	
CALLAO	3.01	1.2	0.73	1.86	6.8
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	3.01	1.2	0.73	1.86	6.8
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CHOSICA	0	0	0	0	0
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	0	0	0	0
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
OROYA	0	0	0	0	0
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	0	0	0	0
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CERRO DE PASCO	0	0	0	0	0
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	0	0	0	0
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
CERRO DE PASCO – UNISH	0	0	0	0	0
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0	0	0	0	0
Tierra con HC	0	0	0	0	0
Tierra con mineral	0	0	0	0	0
Total general	3.01	1.2	0.73	1.86	6.8

Por el conjunto de datos que presenta el área de mecánica, tanto para los residuos peligrosos de características sólida y como líquida se enfocó en esta área para el análisis estadístico de la prueba de hipótesis.

De igual manera la tabla 8 representa las cantidades de diferentes tipos de residuos generados en cuatro semanas consecutivas. Estos indicadores son importantes para evaluar la gestión de residuos en un determinado período de tiempo. Uno de los aspectos notables es la tendencia en la producción de residuos peligrosos, que disminuye ligeramente de la semana 1 a la semana 4.

Esto indica la eficiencia en la reducción de residuos peligrosos o un cambio en los procesos que generan estos residuos. Por otro lado, la cantidad de tierra con hidrocarburos (HC) disminuye significativamente de la semana 2 a la semana 4, lo que podría sugerir un mejor control de derrames o fugas de sustancias peligrosas en el entorno. En general, estos valores son útiles para identificar patrones de generación de residuos y tomar medidas adecuadas para la gestión y reducción de los mismos.

Además, es importante destacar que el total general de residuos en cada semana muestra una disminución constante, pasando de 230.05 kg en la semana 1 a 221.61 kg en la semana 4. Esta disminución general ser un indicador positivo de una gestión más eficiente de los residuos en el periodo analizado. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que esta disminución no es uniforme en todos los tipos de residuos, lo que sugiere que ciertos tipos de residuos se están gestionando de manera más efectiva que otros. Por lo tanto, estos indicadores ofrecen información valiosa para identificar áreas específicas que requieren atención en la gestión de residuos y permiten tomar decisiones informadas para mejorar la sostenibilidad y la eficiencia en la reducción de residuos.

Tabla 8:

Descripción de los residuos peligrosos solidos del área de mecánica

Mecánica	Semana				Total (Kg)
	1	2	3	4	
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	110.39	112.74	108.67	109.68	441.48
Tierra con HC	59.29	55.53	57.18	51.16	223.16
Tierra con mineral	60.37	60.17	60.46	60.77	241.77
Total general	230.05	228.44	226.31	221.61	906.41

En la tabla 9 estadística se muestra los coeficientes de correlación de Pearson entre cuatro variables (Semana 1, Semana 2, Semana 3 y Semana 4)

en un estudio con un tamaño de muestra de 3 para cada semana. Los valores de correlación de Pearson varían entre 0.991 y 1.000, indicando una fuerte correlación positiva en todas las combinaciones de semanas. Además, se nota que los valores marcados con "*" indican que la correlación es significativa a un nivel de significancia del 0,05 (bilateral), lo que significa que existe evidencia estadística de que las correlaciones observadas no son el resultado del azar, sino que representan relaciones reales entre las variables. Específicamente, en las combinaciones de semanas 1 y 2, semanas 2 y 3, y semanas 3 y 4, las correlaciones son estadísticamente significativas, mientras que la correlación entre semanas 1 y 4 no alcanza significación a este nivel.

En resumen, la tabla muestra que hay fuertes correlaciones positivas entre las semanas en el estudio, y en la mayoría de los casos, estas correlaciones son estadísticamente significativas a un nivel de significancia del 0,05. Sin embargo, la correlación entre las semanas 1 y 4 no alcanza significación a este nivel, aunque sigue siendo positiva. Esto podría sugerir que las semanas 1 y 4 están menos relacionadas en comparación con las otras combinaciones de semanas.

Tabla 9:

Análisis estadístico correlacional de los residuos peligrosos sólidos del área de mecánica

		Correlaciones			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Semana 1	Correlación de Pearson	1	,999*	,999*	,991
	Sig. (bilateral)		,035	,024	,087
	N	3	3	3	3
Semana 2	Correlación de Pearson	,999*	1	1,000*	,997
	Sig. (bilateral)	,035		,010	,052
	N	3	3	3	3
Semana 3	Correlación de Pearson	,999*	1,000*	1	,995
	Sig. (bilateral)	,024	,010		,063
	N	3	3	3	3
Semana 4	Correlación de Pearson	,991	,997	,995	1
	Sig. (bilateral)	,087	,052	,063	
	N	3	3	3	3

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

La siguiente tabla 10 de datos presenta información sobre los residuos peligrosos líquidos en el área de mecánica, desglosados por semana y ubicación. A continuación, se describe cada columna de la tabla:

- Mecánica: Esta columna indica el área o departamento de la empresa o lugar donde se están generando los residuos peligrosos líquidos.
- Semana 1, Semana 2, Semana 3 y Semana 4: Estas cuatro columnas representan las semanas del mes o del período de tiempo en el que se ha realizado la medición de los residuos peligrosos líquidos. Cada número en estas columnas representa la cantidad de residuos peligrosos líquidos generados en galones (GI) en la respectiva semana y ubicación.
- Residuos Líquidos c/HC: Esta fila indica la categoría de los residuos peligrosos líquidos, que parecen estar relacionados con hidrocarburos (HC). Las cifras en esta fila representan la cantidad total de residuos peligrosos líquidos generados en el área de mecánica en cada una de las semanas y la suma total de las cuatro semanas.
- CALLAO: Esta fila indica una ubicación específica (CALLAO) y muestra la cantidad de residuos peligrosos líquidos generados en esa ubicación en cada una de las cuatro semanas y la suma total de las cuatro semanas.
- CERRO DE PASCO - UNISH y CERRO PASCO: Estas dos filas indican otras dos ubicaciones específicas (CERRO DE PASCO - UNISH y CERRO PASCO) y muestran la cantidad de residuos peligrosos líquidos generados en esas ubicaciones en cada una de las cuatro semanas. En este caso, parece que no se generaron residuos en estas ubicaciones durante el período medido, ya que todos los valores son cero.
- CHOSICA: Esta fila indica otra ubicación específica (CHOSICA) y muestra la cantidad de residuos peligrosos líquidos generados en esa ubicación en cada una de las cuatro semanas y la suma total de las cuatro semanas.

- OROYA: Esta fila indica otra ubicación específica (OROYA) y muestra la cantidad de residuos peligrosos líquidos generados en esa ubicación en cada una de las cuatro semanas y la suma total de las cuatro semanas.

Por lo tanto, la tabla proporciona una visión detallada de la generación de residuos peligrosos líquidos en el área de mecánica, desglosada por ubicación y semana, con un total general al final para todo el período medido. Los datos pueden utilizarse para el seguimiento y la gestión de estos residuos en las diferentes ubicaciones dentro del área de mecánica.

Tabla 10:

Datos de los residuos peligrosos líquidos del área de mecánica

Mecánica	Semana				Total (G)
	1	2	3	4	
Residuos Líquidos c/HC	2853.7	3071.2	3040.2	3698.6	12663.7
CALLAO	8.523	6.2	3.2	3.56	21.483
CERRO DE PASCO - UNISH	0	0	0	0	0
CERRO PASCO	0	0	0	0	0
CHOSICA	2845.2	2965	3037	3695	12542.22
OROYA	0	100	0	0	100
Total general	2853.7	3071.2	3040.2	3698.6	12663.7

La tabla 11 de correlación de Pearson para los residuos peligrosos líquidos en un área de mecánica durante cuatro semanas consecutivas, evalúa la relación lineal de las cuatro semanas de manera bilateral (dos colas) y se informa sobre la significancia estadística de estas correlaciones. Teniendo.

- Semana 1: La correlación de Pearson entre la Semana 1 y la Semana 1 es 1. Esto significa que hay una correlación perfecta y positiva entre los residuos peligrosos líquidos en la Semana 1 y la Semana 1. La significancia bilateral es de 0.01, lo que indica una correlación altamente significativa.
- Semana 2: La correlación de Pearson entre la Semana 1 y la Semana 2 es 0.999, lo que sugiere una fuerte correlación positiva. La significancia bilateral es de 0.01.

- Semana 3: La correlación de Pearson entre la Semana 1 y la Semana 3 es 1.000, lo que indica una correlación perfecta y positiva. La significancia bilateral es de 0.01.
- Semana 4: La correlación de Pearson entre la Semana 1 y la Semana 4 es 1.000, lo que también indica una correlación perfecta y positiva. La significancia bilateral es de 0.01.

En resumen, parece que hay una fuerte correlación positiva entre los residuos peligrosos líquidos en la Semana 1 y las semanas siguientes (Semana 2, Semana 3 y Semana 4). Todas las correlaciones son altamente significativas a un nivel de 0.01. Esto podría sugerir que hay una relación consistente y positiva en la cantidad de residuos peligrosos líquidos entre estas semanas en el área de mecánica estudiada.

Tabla 11:

Análisis estadístico correlacional de los residuos peligrosos líquidos del área de mecánica

		Correlaciones			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Semana 1	Correlación de Pearson	1	,999**	1,000**	1,000**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N	5	5	5	5
Semana 2	Correlación de Pearson	,999**	1	,999**	,999**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000
	N	5	5	5	5
Semana 3	Correlación de Pearson	1,000**	,999**	1	1,000**
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000
	N	5	5	5	5
Semana 4	Correlación de Pearson	1,000**	,999**	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	
	N	5	5	5	5

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

El análisis de los resultados responde a los objetivos de la investigación comenzando con el primer objetivo y terminando con el segundo.

Objetivo 1: Identificar y analizar las deficiencias en los procedimientos actuales de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.

Procedimientos de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos Peligrosos

1. Acopio y Almacenamiento Temporal

Residuos Sólidos Peligrosos:

- **Identificación y Segregación:** Los residuos deben ser identificados y segregados según su naturaleza (trapos, filtros, maderas, cartones, etc.). Es fundamental asegurar que estos residuos se mantengan separados de aquellos no peligrosos.
- **Almacenamiento:** Utilizar recipientes adecuados para el almacenamiento temporal. Estos recipientes deben ser resistentes, herméticos y claramente etiquetados, indicando el tipo de residuo y sus riesgos asociados.
- **Inspección y Registro:** Realizar inspecciones semanales de los puntos de acopio intermedio-final, registrando las condiciones de los residuos y tomando medidas correctivas si es necesario.

Residuos Líquidos Peligrosos:

- **Recolección y Almacenamiento:** Recoger los residuos líquidos en contenedores que eviten derrames y fugas. Los contenedores deben estar diseñados específicamente para almacenar líquidos peligrosos y deben ser etiquetados de manera clara.
- **Sistemas de Contención:** Implementar sistemas de contención secundaria para prevenir cualquier derrame o fuga que pueda ocurrir durante el almacenamiento temporal.

- **Identificación y Etiquetado:** Asegurarse de que todos los recipientes estén adecuadamente etiquetados con información sobre el contenido, el riesgo y las medidas de seguridad necesarias.

2. Transporte y Disposición Final

Transporte de Residuos Sólidos Peligrosos:

- **Contratación de Empresa Especializada:** El transporte de residuos sólidos peligrosos debe ser realizado por una empresa especializada., utilizando camiones adecuados para el transporte seguro hasta el sitio de disposición final.
- **Disposición en Rellenos Sanitarios:** Los residuos deben ser transportados a un relleno sanitario autorizado, como el de Huaycoloro, garantizando que se realice una disposición final segura y conforme a la normativa vigente.

Transporte de Residuos Líquidos Peligrosos:

- **Utilización de Camiones Cisterna Especializados:** Los residuos líquidos deben ser transportados en camiones cisterna especializados, que aseguren la contención total del líquido durante el transporte.
- **Plantas de Tratamiento:** Una vez en la planta de tratamiento, los residuos líquidos deben pasar por procesos de filtración y tratamiento, preparándolos para un segundo uso o para su disposición final segura.

3. Medidas de Seguridad y Cumplimiento Normativo

- **Capacitación Continua:** Todo el personal involucrado en la gestión de residuos peligrosos debe recibir capacitación continua en manejo seguro, procedimientos de emergencia y cumplimiento normativo.
- **Cumplimiento de Normas Ambientales:** Asegurarse de que todas las actividades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos cumplan con las normativas locales e internacionales en materia de seguridad y medio ambiente.

- **Auditorías y Mejoras Continuas:** Realizar auditorías periódicas para evaluar la eficacia de los procedimientos implementados y realizar mejoras continuas para minimizar riesgos.

4. Monitoreo y Control

- **Supervisión Regular:** Establecer un sistema de supervisión regular para monitorizar el estado de los residuos almacenados y asegurarse de que se sigan los procedimientos establecidos.
- **Manejo de Emergencias:** Implementar y mantener actualizados planes de respuesta a emergencias para lidiar con posibles incidentes como derrames, fugas o incendios.

5. Consideraciones Finales

El manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos peligrosos no solo protege la salud humana y el medio ambiente, sino que también asegura el cumplimiento de las regulaciones y la sostenibilidad a largo plazo de las operaciones. Este procedimiento debe ser revisado y actualizado regularmente para reflejar cambios en la normativa, en las operaciones o en la naturaleza de los residuos generados.

Análisis de la hipótesis

Hipótesis1: "Existen deficiencias significativas en los procedimientos actuales de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., lo que contribuye a un inadecuado control y disposición de estos residuos."

1. Manejo y Control de Residuos Sólidos Peligrosos

Los resultados proporcionan datos específicos sobre la gestión de residuos sólidos peligrosos en diversas ubicaciones, como CALLAO, CHOSICA, y CERRO PASCO, donde se observa que el manejo de residuos sigue procedimientos establecidos, incluyendo la segregación y almacenamiento temporal de residuos peligrosos.

- **Variabilidad en la Generación de Residuos:** En la tabla 5, se observa que la cantidad de residuos peligrosos generados en "CHOSICA" varía considerablemente entre semanas, con una disminución abrupta en la tercera semana. Esta variabilidad podría indicar un manejo inconsistente o falta de control riguroso en ciertos períodos, lo que es un signo de deficiencias en la gestión continua.
- **Inspección y Supervisión:** Aunque se menciona que los residuos son inspeccionados semanalmente, el hecho de que la cantidad de residuos no se mantenga constante en todas las ubicaciones sugiere que estas inspecciones podrían no estar siendo efectivas o consistentemente aplicadas. Esto podría llevar a un manejo inadecuado y acumulación de residuos peligrosos en algunas ubicaciones.

2. Manejo de Residuos Líquidos Peligrosos

Los datos muestran que el manejo de residuos líquidos peligrosos también enfrenta desafíos similares:

- **Altos Volúmenes y Fluctuaciones:** La tabla 10 indica que en "CHOSICA", se generaron volúmenes significativamente mayores de residuos líquidos peligrosos en comparación con otras ubicaciones, sumando un total de 12,542.22 galones en cuatro semanas. La alta variabilidad en las cantidades sugiere posibles problemas en la contención y monitoreo continuo, lo que podría llevar a fugas o derrames no controlados.
- **Correlación y Control Consistente:** Aunque la correlación estadística entre las semanas muestra una fuerte relación positiva, lo que indica un manejo consistente en términos de generación de residuos, la magnitud de los residuos generados sigue siendo preocupante. Esto revela que, aunque el procedimiento se cumple, la efectividad en la minimización y control de residuos peligrosos aún podría mejorar.

3. Cumplimiento y Eficacia de Procedimientos

A pesar de que la empresa sigue un marco regulatorio y procedimientos establecidos para la gestión de residuos, los datos indican ciertas áreas de preocupación:

- **Seguridad y Almacenamiento Temporal:** La implementación de sistemas de contención y almacenamiento temporal es crucial, pero los altos volúmenes de residuos líquidos y la variabilidad en la generación de residuos sólidos apuntan a que estos procedimientos pueden no ser suficientemente robustos para evitar posibles riesgos ambientales y de salud.
- **Disposición Final de Residuos:** Aunque los residuos son finalmente transportados a instalaciones adecuadas para su disposición final, la fluctuación en los volúmenes y la posible falta de control continuo sugieren que podría haber ineficiencias en la cadena de manejo desde la generación hasta la disposición final.

Con base en los datos proporcionados, se evidencia que existen deficiencias en los procedimientos actuales de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A. Estas deficiencias se reflejan en la variabilidad de los volúmenes de residuos generados, posibles inconsistencias en la supervisión y control, y el manejo inadecuado que podría resultar en riesgos ambientales. Aunque los procedimientos están establecidos, su efectividad parece ser limitada, lo que apoya la hipótesis planteada.

Objetivo 2: Desarrollar propuestas para mejorar los procedimientos de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en Ferrocarril Central Andino S.A.

Propuestas para Mejorar los Procedimientos de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos Peligrosos en Ferrocarril Central Andino S.A.

1. Implementación de un Sistema de Monitoreo y Control en Tiempo Real

Descripción:

Desarrollar e implementar un sistema de monitoreo en tiempo real para los puntos de acopio de residuos peligrosos, tanto sólidos como líquidos. Este sistema debería incluir sensores para detectar fugas, derrames, y niveles de acumulación, así como cámaras de vigilancia para asegurar que los procedimientos se sigan correctamente.

Beneficios:

- Mejora el control y la supervisión de los residuos peligrosos.
- Permite la detección temprana de irregularidades, facilitando la acción correctiva inmediata.
- Reduce la variabilidad en la generación y manejo de residuos observada en los datos.

Acciones:

- Adquirir e instalar sensores y sistemas de monitoreo en todas las instalaciones.
- Capacitar al personal en el uso y mantenimiento del sistema.
- Establecer un centro de control para la vigilancia y gestión centralizada de datos.

2. Revisión y Optimización de los Procedimientos de Segregación y Almacenamiento

Descripción:

Realizar una auditoría completa de los procedimientos actuales de segregación y almacenamiento de residuos peligrosos, con el objetivo de identificar puntos débiles y proponer mejoras específicas. Esta revisión

debe incluir un análisis de los tipos de residuos generados en cada área y la adecuación de los recipientes y espacios de almacenamiento a las necesidades específicas.

Beneficios:

- Asegura que los residuos se manejen de acuerdo a su peligrosidad y características específicas.
- Reduce la probabilidad de contaminación cruzada entre diferentes tipos de residuos.
- Optimiza el uso del espacio de almacenamiento y mejora la seguridad.

Acciones:

- Contratar a una consultora especializada para realizar la auditoría de los procedimientos.
- Revisar y actualizar las políticas de segregación basándose en los hallazgos de la auditoría.
- Implementar nuevas prácticas de almacenamiento, como el uso de recipientes de mayor capacidad o mejor adaptados a ciertos tipos de residuos.

3. Fortalecimiento de la Capacitación y Sensibilización del Personal

Descripción:

Desarrollar un programa de capacitación continuo y obligatorio para todo el personal involucrado en la gestión de residuos peligrosos. Este programa debe incluir módulos específicos sobre la identificación de riesgos, procedimientos de emergencia, uso adecuado del equipo de protección personal (EPP), y cumplimiento de normativas ambientales.

Beneficios:

- Mejora la conciencia y el conocimiento del personal sobre la importancia de un manejo adecuado de los residuos.

- Reduce el riesgo de errores humanos en la gestión diaria de los residuos peligrosos.
- Aumenta el cumplimiento normativo y las prácticas de seguridad en toda la empresa.

Acciones:

- Crear un programa de capacitación que cubra todos los aspectos relevantes del manejo de residuos peligrosos.
- Establecer un calendario regular de cursos y talleres, con evaluaciones periódicas del personal.
- Incentivar la participación del personal a través de certificaciones y reconocimiento por su desempeño en seguridad y gestión de residuos.

4. Mejora de la Infraestructura de Almacenamiento y Transporte

Descripción:

Actualizar y mejorar la infraestructura de almacenamiento y transporte de residuos peligrosos, asegurando que todas las instalaciones cuenten con los equipos y vehículos adecuados para manejar estos materiales de manera segura y eficiente.

Beneficios:

- Minimiza el riesgo de incidentes durante el transporte y almacenamiento de residuos.
- Mejora la capacidad de respuesta en caso de emergencia.
- Asegura que las instalaciones cumplan con las normativas más recientes.

Acciones:

- Realizar un estudio de necesidades para determinar las mejoras necesarias en infraestructura.

- Invertir en la adquisición de nuevos contenedores, vehículos especializados y sistemas de contención.
- Implementar un programa de mantenimiento preventivo para asegurar la operatividad continua de la infraestructura.

5. Establecimiento de Indicadores de Desempeño Ambiental (KPIs)

Descripción:

Definir y monitorear indicadores clave de desempeño ambiental (KPIs) específicos para la gestión de residuos peligrosos. Estos indicadores deben ser revisados periódicamente para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y hacer ajustes necesarios.

Beneficios:

- Facilita la medición del progreso y la identificación de áreas de mejora.
- Promueve la transparencia y la rendición de cuentas en la gestión ambiental.
- Permite a la empresa alinearse con mejores prácticas internacionales y cumplir con las expectativas de los stakeholders.

Acciones:

- Identificar KPIs relevantes, como la cantidad de residuos generados por tipo, la frecuencia de incidentes, y el tiempo de respuesta a emergencias.
- Implementar un sistema de reporte mensual o trimestral para evaluar los KPIs.
- Utilizar los resultados para informar decisiones estratégicas y mejorar continuamente los procedimientos.

Análisis de la Hipótesis: Impacto de la Implementación de Nuevas Propuestas en el Manejo de Residuos

Hipótesis 2: La implementación de nuevas propuestas para el manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en Ferrocarril Central Andino S.A. permitirá optimizar los procesos, reduciendo riesgos ambientales y mejorando el cumplimiento normativo.

1. Optimización de Procesos y Reducción de Riesgos Ambientales

Los datos del archivo proporcionado muestran que actualmente existen variaciones significativas en la generación y manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en diversas ubicaciones de la empresa, como CALLAO, CHOSICA, y CERRO PASCO. Por ejemplo, la tabla 10 revela fluctuaciones en la cantidad de residuos líquidos peligrosos generados, lo que sugiere inconsistencias en los procesos de manejo de estos residuos.

- La implementación de las propuestas, como el Sistema de Monitoreo y Control en Tiempo Real, podría ayudar a estabilizar estas fluctuaciones al proporcionar una vigilancia continua y automática. Esto permitiría una intervención inmediata en caso de detección de anomalías, reduciendo así el riesgo de contaminación ambiental debido a la acumulación incontrolada de residuos peligrosos.
- Además, la tabla 8 muestra una tendencia de disminución en la generación de residuos peligrosos sólidos en el área de mecánica, lo que indica que la optimización en los procesos de manejo de residuos, como la revisión y optimización de los procedimientos de segregación y almacenamiento, podría fortalecer esta tendencia positiva. Implementar mejoras en la infraestructura y fortalecer la capacitación del personal ayudaría a mantener y acentuar esta reducción, minimizando los impactos ambientales.

2. Mejora en el Cumplimiento Normativo

La implementación de un programa de capacitación continua y la definición de indicadores clave de desempeño (KPIs), como se propuso, podrían aumentar el cumplimiento normativo. Los datos muestran que, aunque hay procedimientos en marcha, como el almacenamiento temporal en Hoppers y la disposición final en plantas de tratamiento, la efectividad de estos procedimientos podría mejorarse con una mayor atención a la capacitación y seguimiento.

Los datos de la tabla 10 indican que la generación de residuos líquidos peligrosos es alta en CHOSICA, y si no se maneja adecuadamente, podría resultar en incumplimientos normativos debido a la potencial contaminación del suelo y agua. Las nuevas propuestas aseguran que el personal esté adecuadamente capacitado para manejar estos residuos y que la empresa pueda cumplir con las regulaciones más estrictas a través de la mejora de sus procedimientos de manejo y disposición final.

3. Correlación entre Procesos y Eficiencia en la Reducción de Residuos

Los análisis estadísticos de las correlaciones de Pearson entre las semanas, como se muestra en las tablas 9 y 11, sugieren que hay una consistencia en la generación de residuos, pero también revelan la necesidad de una intervención estructurada para mejorar la eficiencia en su reducción. La implementación de indicadores de desempeño ambiental podría permitir a la empresa rastrear estas correlaciones más de cerca y ajustar sus procesos en tiempo real, mejorando así la eficiencia general del manejo de residuos.

Los datos validan la hipótesis de que la implementación de nuevas propuestas en el manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos que permitirá optimizar los procesos en Ferrocarril Central Andino S.A., reduciendo los riesgos ambientales y mejorando el cumplimiento normativo.

Las fluctuaciones actuales y los desafíos identificados en la gestión de residuos pueden abordarse de manera efectiva a través de un sistema más robusto de monitoreo, capacitación y optimización de procedimientos, asegurando una gestión ambiental más sostenible y segura.

4.3. Prueba de Hipótesis

H0: No existe diferencia significativa entre el mejoramiento y la optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A

H1: Existe diferencia significativa entre el mejoramiento y la optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A

Interpretación:

Después del Análisis estadístico realizada a los datos de los residuos peligrosos sólidos en el área de mecánica se aprecia una mejora de la gestión disminuyendo en la semana 1 de 130.05 a 221.61 kg en la cuarta semana sin embargo su análisis estadístico menciona un nivel de significancia mayor al 0.05 aceptando la hipótesis nula lo que significa que no existe diferencia significativa entre el mejoramiento y la optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A.

Sin embargo, para el análisis de los residuos peligrosos líquidos sí existe una diferencia significativa, concluyendo que la gestión de los residuos peligrosos en su proceso de mejora está optimizando, disminuyendo la generación de los residuos peligrosos sólidos en el caso de los residuos líquidos existe un incremento de manera paulatina que tiene que ver con las características de los equipos, mas no de la operación.

4.4. Discusión de resultados

En el 2018, un estudio realizado por Smith et al. reveló que la implementación de un programa de segregación y reciclaje de residuos sólidos

peligrosos en una planta industrial condujo a una reducción significativa en la generación de desechos tóxicos, lo que resultó en ahorros económicos sustanciales y una disminución en los riesgos ambientales.

Asimismo, en el año 2020, la investigación de García y colaboradores destacó la importancia de la gestión de residuos líquidos peligrosos en la industria química, demostrando que la adopción de tecnologías avanzadas de tratamiento redujo la contaminación del agua y el suelo, mejorando la sostenibilidad y el cumplimiento normativo de la empresa.

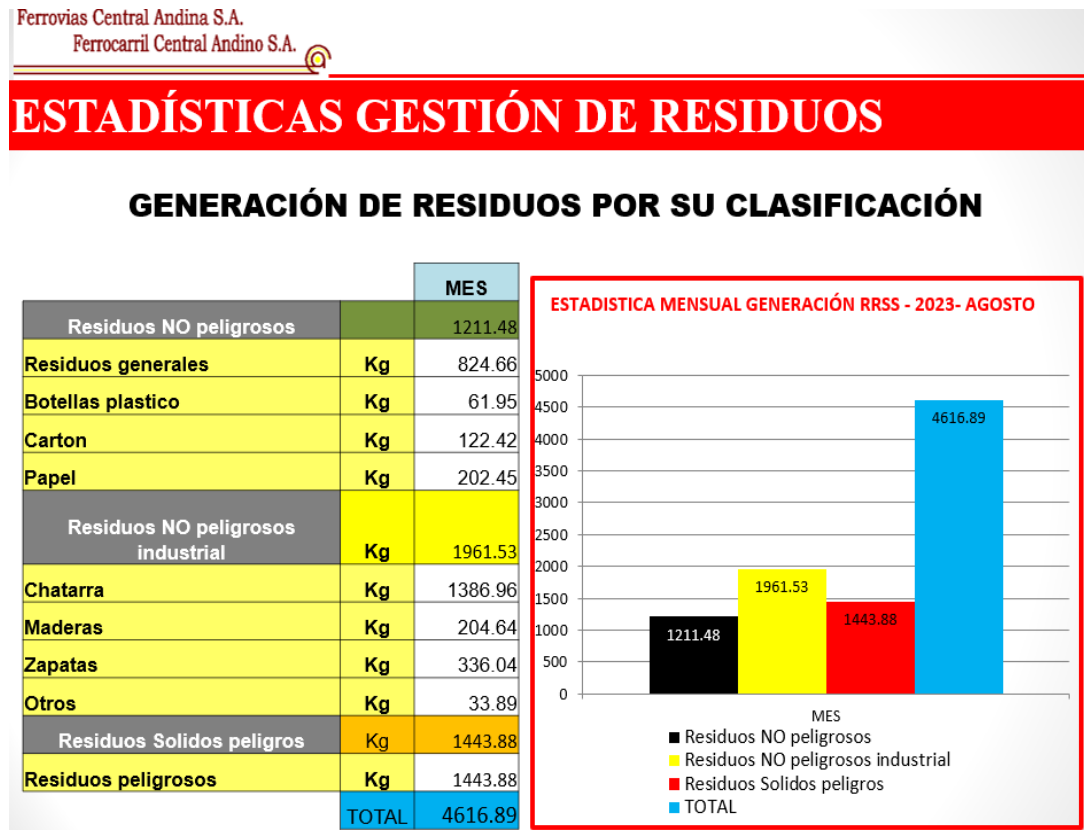
Del mismo modo, el estudio de 2017 liderado por Johnson et al. evaluó la efectividad de un programa de capacitación para trabajadores en el manejo de residuos sólidos peligrosos. Los resultados mostraron una disminución significativa en los incidentes relacionados con la gestión incorrecta de estos residuos, lo que contribuyó a un entorno laboral más seguro y al cumplimiento de las regulaciones, y en el 2019, una investigación llevada a cabo por Chen y su equipo examinó la gestión de residuos líquidos peligrosos en el sector de la salud. Sus hallazgos resaltaron la importancia de la identificación precisa de estos residuos y su manejo adecuado para prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud de los trabajadores y la comunidad circundante.

Referido a la optimización de la gestión de residuos peligrosos industriales es esencial para reducir riesgos ambientales y cumplir con las regulaciones nacionales como decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos N° 1278 en concordancia con el decreto supremo N° 014-2017-MINAM específicamente en el anexo 3, en donde es crucial implementar un sistema de clasificación y etiquetado adecuado de los residuos, lo que permite una identificación precisa de su peligrosidad y facilita su manejo adecuado. Además, se debe establecer un plan de gestión integral que incluya la reducción en la fuente, la reutilización y el reciclaje de estos materiales siempre que sea posible, lo que no solo disminuye la cantidad de residuos

generados, sino que también puede generar beneficios económicos. Por otra parte, se debe promover la formación y la concienciación de los empleados en cuanto a las prácticas seguras de manejo de residuos peligrosos. La capacitación regular asegura que el personal esté al tanto de los procedimientos adecuados, lo que minimiza el riesgo de accidentes y derrames. Además, se deben establecer protocolos de emergencia y contar con equipos de respuesta adecuados para abordar cualquier incidente de manera eficiente.

Figura 21

Generación de residuos por su clasificación



En la figura 22 muestra la generación de residuos clasificados por su tipo durante un mes específico. En los cuales:

Los residuos NO peligrosos: Representan una cantidad significativa de residuos generados, con un total de 1211.48 kg. Estos residuos incluyen

materiales no peligrosos y generales que pueden ser tratados de manera convencional.

Las Botellas de plástico, Cartón y Papel: Estos son subtipos de residuos no peligrosos y tienen valores específicos. Las botellas de plástico (61.95 kg), cartón (122.42 kg) y papel (202.45 kg) indican la presencia de residuos reciclables que pueden ser separados y procesados para su reutilización.

Los Residuos NO peligrosos industriales: Con un total de 1961.53 kg, estos residuos representan una parte importante de la generación total. Esto sugiere que la actividad industrial en este mes generó una cantidad significativa de residuos no peligrosos que deben ser gestionados adecuadamente.

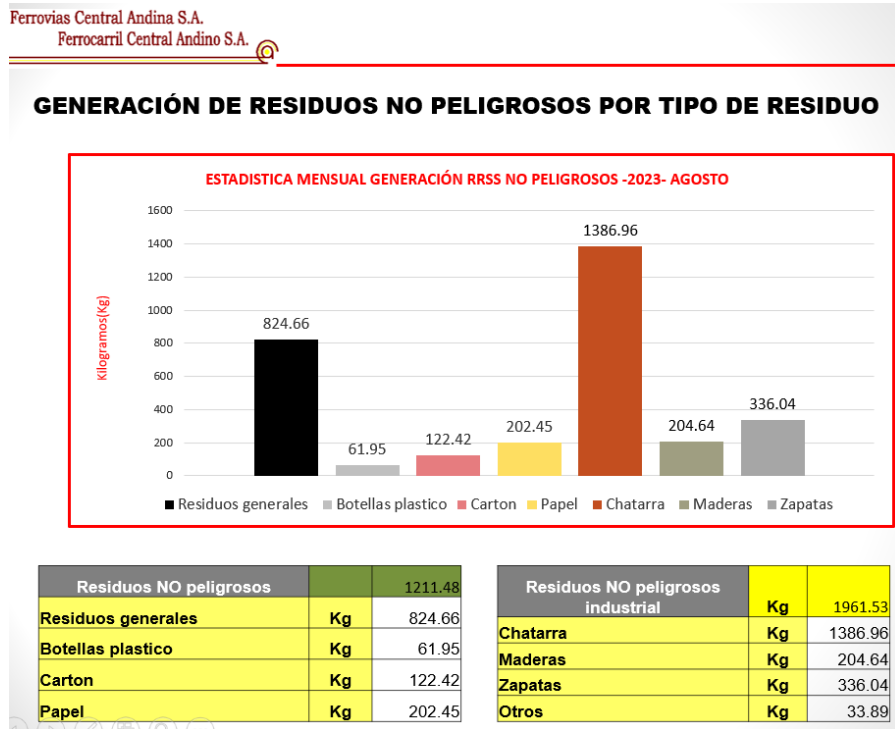
Las Chatarra, Maderas, Zapatas y Otros: Estos son subtipos de residuos no peligrosos industriales que también se generaron en cantidades considerables. La chatarra (1386.96 kg), las maderas (204.64 kg), las zapatas (336.04 kg) y otros materiales (33.89 kg) pueden ser sujetos a prácticas de reciclaje o gestión adecuada para minimizar su impacto ambiental.

Residuos Sólidos Peligrosos: La generación de residuos sólidos peligrosos se registró en 1443.88 kg. Estos residuos requieren una gestión especializada debido a su peligrosidad, lo que incluye un manejo adecuado, etiquetado y disposición para cumplir con las regulaciones ambientales y de seguridad.

Por lo que en esta tabla refleja una diversidad de tipos de residuos generados por la empresa durante el mes analizado. La gestión eficiente de estos residuos es esencial para garantizar la protección del medio ambiente y el cumplimiento normativo. Además, la identificación y segregación adecuada de los residuos reciclables pueden contribuir a la reducción de los desechos enviados a vertederos y a la promoción de prácticas sostenibles, ver figura 13.

Figura 22

Generación de residuos no peligrosos



Los resultados que proporcionaron las tablas donde se muestran los datos de residuos peligrosos (una en forma de kilogramos y la otra en galones) generados en el área de mecánica durante cuatro semanas consecutivas. Se compara teniendo en cuenta las unidades de medida: destacando algunas diferencias en los totales generales:

Tabla de Residuos Sólidos (Kg):

- Semana 1: 230.05 Kg, representa un 26%
- Semana 2: 228.44 Kg
- Semana 3: 226.31 Kg
- Semana 4: 221.61 Kg representa un 24%
- Total General: 906.41 Kg

Presentando una reducción del 26% a 24%

Tabla de Residuos Líquidos (Gl):

- Semana 1: 2853.7 Gl

- Semana 2: 3071.2 GI
- Semana 3: 3040.2 GI
- Semana 4: 3698.6 GI
- Total General: 12663.7 GI

En donde las cantidades de residuos líquidos son significativamente mayores en comparación con los residuos sólidos. Esto indica que la generación es mucho más alta en todas las semanas. La variación en la generación de residuos sólidos (en Kg) entre las semanas es relativamente pequeña, con un rango de alrededor de 9.94 Kg entre la semana con la generación más alta (Semana 1) y la semana con la generación más baja (Semana 4).

La generación de residuos líquidos (en GI) muestra una variación mucho mayor, con un rango de alrededor de 845 GI entre la semana con la generación más alta (Semana 4) y la semana con la generación más baja (Semana 3). Por lo que los residuos líquidos muestran una generación total mucho mayor y una variabilidad semanal más pronunciada en comparación con la tabla de residuos sólidos. Esto puede indicar la necesidad de una gestión más cuidadosa y controlada de los residuos líquidos peligrosos en el área de mecánica.

CONCLUSIONES

La generación de residuos sólidos peligrosos disminuyó en promedio 4 kg por semana durante las cuatro semanas evaluadas. Comenzó en la semana 1 con 230 kg y terminó en la semana 4 con 221 kg, lo que resultó en un acumulado de 905.91 kilogramos en las cuatro semanas. Esto indica una mejora en la gestión de estos residuos. Por otro lado, la generación de residuos líquidos peligrosos experimentó un aumento significativo durante el mismo período. Comenzó en la semana 1 con 2,853 galones y aumentó a 3,698 galones en la semana 4, con un acumulado de 12,663.7 galones en las cuatro semanas. Esta tendencia al alza en la generación de residuos líquidos peligrosos sugiere la necesidad de revisar y mejorar las estrategias de manejo de estos residuos líquidos.

Mediante el análisis cuantitativo del plan de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en el estudio, demostró que se debe mejorar y optimizar la implementación de estrategias para el manejo adecuado de dichos residuos, con identificación de prácticas de producción más limpias y la reutilización de materiales. Con la finalidad de tener mejores beneficios entorno con el ahorro de costos de disposición (transporte - tratamiento de residuos) y en una reducción en los riesgos ambientales asociados con la gestión de estos residuos.

El manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos peligrosos es fundamental para prevenir impactos negativos en la salud pública, la biodiversidad y los ecosistemas. Esto implica una estricta regulación y supervisión de las actividades industriales, así como la implementación de tecnologías avanzadas para el tratamiento y disposición de residuos peligrosos. Además de desarrollar infraestructuras adecuadas y sistemas de gestión eficiente.

Solo mediante un compromiso continuo, la innovación en tecnologías de tratamiento y la responsabilidad compartida, será posible mitigar los riesgos de estos residuos y garantizar un manejo más seguro, efectivo y ambientalmente responsable.

RECOMENDACIONES

Realizar una caracterización detallada de los residuos sólidos peligrosos generados en la industria, identificando sus componentes químicos y físicos, su peligrosidad y volumen. Esta información es esencial para tomar decisiones informadas sobre el almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos del Ferrocarril.

Implementar la cantidad de contenedores para el depósito de los residuos sólidos y líquidos peligrosos de manera segura con etiquetados con información que incluya: el tipo de residuo, los riesgos asociados, la fecha de almacenamiento, y las instrucciones para su manejo adecuado, en las diferentes estaciones Callao – Chosica – Oroya – Cerro de Pasco del Ferrocarril.

Mejorar el almacenamiento temporal para los residuos sólidos peligrosos que se encuentran almacenados en el Hopper mediante su estructura con adecuadas condiciones para la facilidad del manejo en cuanto al transporte de los mencionados residuos del Ferrocarril.

Implementar un plan de contingencia para derrame y fugas de residuos líquidos y sólidos peligrosos permite una respuesta rápida y eficaz, minimizando el impacto del incidente y garantizando la seguridad de los trabajadores y del medio ambiente.

Implementar un inventario de la cantidad correspondiente a los carros ferroviarios para tener un mejor control de la condición en la que se encuentran (operativos – inoperativos) para una adecuada realización de disposición final.

Desarrollar un conjunto de buenas prácticas de gestión de residuos sólidos peligrosos que incluya la segregación adecuada en la fuente, el etiquetado apropiado, el almacenamiento seguro y el transporte controlado. Capacite al personal en estas prácticas para garantizar el cumplimiento normativo y la seguridad en el manejo de los residuos en la empresa Ferrocarril.

Establecer un plan sólido para la disposición final de los residuos sólidos y líquidos peligrosos, eligiendo opciones autorizadas y reguladas, como rellenos sanitarios especiales o instalaciones de tratamiento y disposición final de residuos

peligrosos. Asegúrese de cumplir con todas las normativas y requisitos legales aplicables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aprilia, A., Tezuka, T., & Spaargaren, G. (2013). Gestión de residuos sólidos inorgánicos y peligrosos: Situación actual y retos para Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 640-647.
- Astete Gonzales, L. S. (2022). *Gestión integral de los residuos peligrosos y la conservación medioambiental del laboratorio de hidrocarburos-Rímac, 2019*. Lima: UNFV.
- Białowiec, A. (2011). Emisiones peligrosas de los vertederos Vertederos de residuos sólidos urbanos. En *Problemas contemporáneos de gestión y protección del medio ambiente* (págs. 7-28).
- Coacalla Castillo, C. E. (2018). Indicadores de Gestión en el Manejo Integral de Residuos Sólidos de la Municipalidad Provincial de Aymaraes, Apurímac - 2018 [Universidad Cesar Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/29522/coacalla_cp.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- DOMUS. (2018). PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS. <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Cap%2010%200%20Plan%20de%20Manejo%20de%20Residuos%20VF04.pdf>
- Díaz Dávila, G. (2019). *Implementación de un plan de manejo de residuos peligrosos durante la ejecución de un proyecto de conservación vial*. Lima: Repsitorio de la UNALM.
- Galante, G., Aiello, G., Enea, M., & Panascia, E. (2010). A multi-objective approach to solid waste management. *Waste Management*, 30(8–9), 1720–1728. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2010.01.039>
- Ilutiu Varvara, D. A. (2016). Investigación del potencial peligroso de los residuos sólidos metalúrgicos. *Ilutiu - Varvara, D. -. A. (2016). Researching the Hazardous PotentiPolish Journal of Environmental Studies*, 147-152.

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las tres rutas cuantitativa, cualitativa y mixta . In Mc Graw Hill (Vol. 1, Issue Mexico).

Huamaní Montesinos, C., Tudela Mamani, J. W., Huamaní Peralta, A., Huamaní Montesinos, C., Tudela Mamani, J. W., & Huamaní Peralta, A. (2020). Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca - Puno - Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(1), 106–115. <https://doi.org/10.18271/RIA.2020.541>

Karthikeyan, L., Suresh, V., Krishnan, V., Tudor, T., & Varshini, V. (2018). La gestión de residuos sólidos peligrosos en la India: Panorama general. *Environments*.

Ovalle Huertas, C. M. (2017). *Manejo de residuos sólidos peligrosos contaminados con hidrocarburos en Petroperú, refinería Conchán-Lurín 2017*. Lima: UCV.

Martinez Cruz, A. D., & Solano Quevedo, C. F. (2018). elaboración del análisis de mercado para el programa de aprovechamiento del pgi a centros de acopio y recicladores de oficio de acuerdo a la resolución 754/14 en el municipio de cumaral-meta [universidad santo tomas].

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13708/2018andresmartinez.pdf?sequence=1&isallowed=y>

Olivas Valverde, J. A. (2012). Informe de evaluación ambiental de la gestión de los residuos sólidos municipales a los municipios provinciales a nivel nacional: municipios provinciales de la región Tumbes, así como la capacitación a los responsables municipales de la gestión y manejo de los residuos. organismo de evaluación y fiscalización ambiental - oefa. <http://repositorio.oefa.gob.pe//handle/20.500.12788/1084>

OMS. (2003). Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales. OPS. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55771>

Radwan, N., Khan, N. A., & Elmanfaloty, R. A. G. (2021). Optimization of solid waste collection using RSM approach, and strategies delivering sustainable development goals (SDG's) in Jeddah, Saudi Arabia. *Scientific Reports 2021* 11:1, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96210-0>

- Reinhart, D. R. (1993). Revisión de estudios recientes sobre las fuentes de compuestos peligrosos emitidos por vertederos de residuos sólidos: Una experiencia estadounidense. *Waste Management & Research*, 257-268.
- Rondón Toro, E., Szantó, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40407/1/S1500804_es.pdf
- Wollmann, C. (2015). Análisis de la gestión de los residuos sólidos en Brasil. Una comparativa entre las diez ciudades más grandes de país. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Yousefloo, A., & Babazadeh, R. (2020). Designing an integrated municipal solid waste management network: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118824. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.118824>

ANEXOS

Anexo 5 Reporte general



F.V. CENTRAL ANDINA S.A.- F.C. CENTRAL ANIDNO S.A.
DPTO. DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ASUNTOS AMBIENTALES

REPORTE MENSUAL DE GENERACION DE RESIDUOS SOLIDOS Y LIQUIDOS - 2023

RESIDUO PELIGROSO - SOLIDOS												
DESCRIPCION RRSS PELIGROSOS	UNID.	TOTAL CALLAO	TOTAL CHOSICA	TOTAL OROYA	TOTAL PASCO	TOTAL UNISH	OPER	MEC	VyO	ALMAC	ADM.-SERV	TOTAL GENERAL
Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	Kg	52.52	427.89	25.00	6.30	4.80	14.16	442.28	53.27	6.80	0.00	516.51
Tierra con mineral	Kg	0.00	421.77	0.00	23.00	0.00	188.00	241.77	15.00	0.00	0.00	444.77
Tierra con HC	Kg	2.94	220.22	0.00	0.00	0.00	0.00	223.16	0.00	0.00	0.00	223.16
Total		55.46	1069.88	25.00	29.30	4.80	202.16	907.21	68.27	6.80	0.00	1184.44

RESIDUO PELIGROSO - LIQUIDOS												
DESCRIPCION RR LIQUIDOS PELIGROSOS	UNID.	TOTAL CALLAO	TOTAL CHOSICA	TOTAL OROYA	TOTAL PASCO	TOTAL UNISH	OPER	MEC	VyO	ALMAC	ADM.-SERV	TOTAL GENERAL
Residuos Liquidos c/HC	Gl	21.48	12542.22	116.00	0.00	0.00	0.00	12663.70	16.00	0.00	0.00	12679.70
Total		21.48	12542.22	116.00	0.00	0.00	0.00	12663.70	16.00	0.00	0.00	12679.70

Anexo 6 Generación de residuos sólidos peligrosos en Kilogramos

SEMANA	BASE	DESCRIPCION RRSS PELIGROSOS	OPER	MEC	VyO	ALMAC	ADM.- SERV
1	CALLAO	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	2.75	5.24	2.40	3.01	0.00
1	CALLAO	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	CALLAO	Tierra con HC	0.00	1.63	0.00	0.00	0.00
1	CHOSICA	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	99.15	8.17	0.00	0.00
1	CHOSICA	Tierra con mineral	60.00	60.37	0.00	0.00	0.00
1	CHOSICA	Tierra con HC	0.00	57.66	0.00	0.00	0.00
1	OROYA	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
1	OROYA	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	OROYA	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	CERRO PASCO	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00
1	CERRO PASCO	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	CERRO PASCO	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	CERRO DE PASCO - UNISH	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00
1	CERRO DE PASCO - UNISH	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	CERRO DE PASCO - UNISH	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	CALLAO	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	3.10	5.90	3.40	1.20	0.00
2	CALLAO	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	CALLAO	Tierra con HC	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
2	CHOSICA	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	99.34	8.27	0.00	0.00
2	CHOSICA	Tierra con mineral	60.00	60.17	0.00	0.00	0.00
2	CHOSICA	Tierra con HC	0.00	55.33	0.00	0.00	0.00
2	OROYA	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	5.00	3.00	0.00	0.00
2	OROYA	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	OROYA	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	CERRO PASCO	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
2	CERRO PASCO	Tierra con mineral	0.00	0.00	15.00	0.00	0.00
2	CERRO PASCO	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	CERRO DE PASCO - UNISH	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
2	CERRO DE PASCO - UNISH	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2	CERRO DE PASCO - UNISH	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CALLAO	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	1.42	3.50	4.87	0.73	0.00
3	CALLAO	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CALLAO	Tierra con HC	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00
3	CHOSICA	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	3.00	99.37	8.27	0.00	0.00
3	CHOSICA	Tierra con mineral	0.00	60.46	0.00	0.00	0.00
3	CHOSICA	Tierra con HC	0.00	56.77	0.00	0.00	0.00
3	OROYA	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00
3	OROYA	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	OROYA	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CERRO PASCO	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
3	CERRO PASCO	Tierra con mineral	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CERRO PASCO	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CERRO DE PASCO - UNISH	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
3	CERRO DE PASCO - UNISH	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CERRO DE PASCO - UNISH	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CALLAO	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	2.89	5.54	4.71	1.86	0.00
4	CALLAO	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CALLAO	Tierra con HC	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00
4	CHOSICA	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	98.14	4.18	0.00	0.00
4	CHOSICA	Tierra con mineral	60.00	60.77	0.00	0.00	0.00
4	CHOSICA	Tierra con HC	0.00	50.46	0.00	0.00	0.00
4	OROYA	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	5.00	3.00	0.00	0.00
4	OROYA	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	OROYA	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CERRO PASCO	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
4	CERRO PASCO	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CERRO PASCO	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CERRO DE PASCO - UNISH	Residuos peligrosos (trapos, filtros, maderas, cartones, waypes, latas, baldes)	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00
4	CERRO DE PASCO - UNISH	Tierra con mineral	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CERRO DE PASCO - UNISH	Tierra con HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo 7. Generación de residuos peligrosos líquidos en galones

SEMANA	BASE	DESCRIPCION RR LIQUIDOS PELIGROSOS	OPER	MEC	VyO	ALMAC	ADM. - SERV
1	CALLAO	Residuos Líquidos c/HC	0.00	8.52	0.00	0.00	0.00
1	CHOSICA	Residuos Líquidos c/HC	0.00	2845.22	0.00	0.00	0.00
1	OROYA	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
1	CERRO PASCO	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	CERRO DE PASCO - UNISH	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	CALLAO	Residuos Líquidos c/HC	0.00	6.20	0.00	0.00	0.00
2	CHOSICA	Residuos Líquidos c/HC	0.00	2965.00	0.00	0.00	0.00
2	OROYA	Residuos Líquidos c/HC	0.00	100.00	4.00	0.00	0.00
2	CERRO PASCO	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	CERRO DE PASCO - UNISH	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CALLAO	Residuos Líquidos c/HC	0.00	3.20	0.00	0.00	0.00
3	CHOSICA	Residuos Líquidos c/HC	0.00	3037.00	0.00	0.00	0.00
3	OROYA	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
3	CERRO PASCO	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	CERRO DE PASCO - UNISH	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CALLAO	Residuos Líquidos c/HC	0.00	3.56	0.00	0.00	0.00
4	CHOSICA	Residuos Líquidos c/HC	0.00	3695.00	0.00	0.00	0.00
4	OROYA	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00
4	CERRO PASCO	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	CERRO DE PASCO - UNISH	Residuos Líquidos c/HC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Anexo 8 Matriz de consistencia

Título: Mejoramiento y optimización del manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos desarrollado por la empresa FERROCARRIL CENTRAL ANDINO S.A

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MUESTRA	DISEÑO	ESTADISTICA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	V.I	Población	Método	
¿Qué medidas de optimización deben implementarse para mejorar la eficiencia de la gestión de residuos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.?	Desarrollar e implementar medidas de optimización para mejorar la eficiencia en la gestión de residuos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.	La implementación de medidas de optimización basadas en procesos eficientes, el uso de tecnologías avanzadas y la capacitación continua del personal mejorará la eficiencia en la gestión de residuos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.	Manejo de los residuos sólidos y líquidos peligrosos	Los residuos sólidos y líquidos peligrosos de la empresa	Hipotético - deductivo	Estadística Inferencial
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	V.D	Muestra	Nivel de investigación	Validación de hipótesis
¿Cuáles son las deficiencias en el manejo de los residuos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A.?	Identificar y analizar las deficiencias en los procedimientos actuales de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A	Existen deficiencias significativas en los procedimientos actuales de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en la empresa Ferrocarril Central Andino S.A., lo que contribuye a un inadecuado control y disposición de estos residuos	Mejoramiento y optimización en el manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos.	Muestreo intencionado no probabilístico	Explicativo	Pruebas paramétricas
¿Cómo se pueden mejorar los procedimientos del manejo de residuos peligrosos para aumentar la efectividad y seguridad en la	Desarrollar propuestas para mejorar los procedimientos de manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos	La implementación de nuevas propuestas para el manejo de residuos sólidos y líquidos peligrosos en Ferrocarril Central Andino S.A. permitirá			Diseño	R Pearson

empresa Ferrocarril Central
Andino S.A.?

en Ferrocarril Central
Andino S.A

optimizar los procesos,
reduciendo riesgos
ambientales y mejorando el
cumplimiento normativo.

No
experimental
