



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Análisis de residuos industriales para el diseño de una
propuesta de valorización en la unidad minera cerro lindo – nexa
resources, Provincia de Chincha, departamento de Ica, 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Ambiental**

AUTOR:

Villanueva Oblitas, Brithwaldo Rafael (orcid.org/0000-0003-3345-0107)

ASESOR:

MSc. Ing. Quijano Pacheco, Wilmer Samuel (orcid.org/0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a mi padre, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo. También está dedicado a mi madre, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

Agradecimiento

Me gustaría agradecer en estas líneas la ayuda que muchas personas y colegas me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiera agradecer a mis padres que me han ayudado y apoyado en todo mi producto.

Índice de Contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación	14
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS	19
4.1. Resultados del objetivo caracterizar los residuos industriales en las fuentes de generación.....	19
4.2. Determinación de los procesos de gestión integral de los residuos industriales.....	25
4.3. Determinación de los residuos industriales con potencial factible para el diseño de una propuesta de valorización	27
V. DISCUSIONES.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	50

Índice de Tablas

Tabla 1. Fuentes generadoras de residuos Industriales	19
Tabla 2. Tipos de residuos generados según sus características y modelo de segregación.....	19
Tabla 3. Distribución de residuos por fuente de generación	20
Tabla 4. Densidad promedio de los residuos según su composición.....	24
Tabla 5. Cuadro de los procesos de gestión integral de residuos.....	25
Tabla 6. Residuos con potencial de valorización	27
Tabla 7. Estimación anual de la generación de residuos solidos.....	32
Tabla 8. Análisis de los costos por transporte y disposición final de los residuos industriales sin propuesta de valorización - diciembre 2021	33
Tabla 9. Análisis de los costos por transporte y disposición final de los residuos industriales con propuesta de valorización.....	34
Tabla 10 Análisis de los costos por implementación del taller de carpintería.....	36
Tabla 11 Análisis de los costos por implementación del patio de compost	37
Tabla 12 Estimado de ingreso económico proyectado por comercialización de residuos para su valorización externa según análisis del periodo diciembre 2021	38
Tabla 13 Estimado del costo operacional anual proyectado para la valorización de residuos a través del reciclaje de madera y compostaje de orgánicos.....	38
Tabla 14 Estimado de ingreso anual proyectado por la valorización de residuos industriales	39
Tabla 15. Análisis del Beneficio/Costo de la propuesta de valorización de residuos	39
Tabla 16. Resultados de la caracterización de los residuos generados en la unidad minera diciembre de 2021	76

Índice de figuras

Figura 2. Distribución porcentual de los residuos por fuente de generación.....	21
Figura 3. Segregación y composición física de residuos generados por día	22
Figura 4. Segregación y composición física de residuos generados en el mes abril de 2022	23
Figura 5. Procesos de la gestión integral de residuos	26
Figura 6. Residuos orgánicos con potencial factible de valorización	28
Figura 7. Residuos de madera con potencial factible de valorización	29
Figura 8. Residuos peligrosos con potencial factible de valorización	30
Figura 9. Residuos con potencial factible de comercialización para una valorización externa	31
Figura 10. Gráfica general de residuos con potencial de valorización, comercialización y disposición final.....	32
Figura 11. Análisis comparativo de costos de transporte y disposición final sin propuesta y con propuesta de valorización en el mes de diciembre de 2021.....	35
Figura 12. Registro fotográfico taller de carpintería	36
Figura 13. Registro fotográfico patio de compost.	37
Figura 14. Ubicación Unidad Minera Cerro Lindo.....	68
Figura 15. Capacitación a personal SSOMA Unidad Minera Cerro Lindo	72
Figura 16. Capacitación a personal DISAL Empresa Operadora de Residuos Sólidos	72
Figura 17. Registro fotográfico de residuos industriales	74
Figura 18. Registro fotográfico del proceso de caracterización de residuos industriales	76
Figura 19. Registro fotográfico de la disposición de residuos en contenedores ..	79
Figura 20. Registro fotográfico de almacenamiento central – Patio de residuos metálicos.....	81
Figura 21. Registro fotográfico de almacenamiento central – Patio de residuos plásticos	81
Figura 22. Registro fotográfico de almacenamiento central – Almacén Residuos Peligrosos.....	81

Figura 23. Registro fotográfico de almacenamiento central – Traslado de aceites usados comercializados para valorización externa	82
Figura 24. Registro fotográfico almacenamiento central – Acopio de plásticos, papel, cartón y chatarra metálica	83
Figura 25. Registro fotográfico valorización de maderas mediante procesos de reciclaje	84
Figura 26. Registro fotográfico Patio de compostaje	85
Figura 27. Registro fotográfico Patio de compostaje	86

Resumen

La investigación desarrollada tiene como objetivo evaluar los residuos industriales para el diseño de una propuesta de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022. El estudio abordado es de tipo cuantitativo y diseño descriptivo correlacional y transversal dado que busca establecer la relación que existe entre las variables en estudio. La población en estudio son los residuos generados en la Unidad Minera Cerro Lindo y la muestra tomada fueron los residuos generados en el mes de diciembre de 2021. Los resultados evidenciaron que las fuentes que más residuos generan son las áreas DHO-comedor 38.92%, mina 31.10%, planta 10.59%, mantenimiento 7.71% e infraestructura 6.90% asimismo los residuos que más se generan son los orgánicos con 80.22 Tn/mes, los no aprovechables con 76.23Tn/mes, los metálicos con 54.38 Tn/mes, los peligrosos con 27.49 Tn/mes, se determinó que los residuos factibles de valorización son los orgánicos a través del compostaje, los residuos de madera a través del reciclaje, los residuos peligrosos (aceites) mediante reciclaje y tratamiento, los residuos no aprovechables (jebes) y los residuos de metales, plásticos, papel y cartón a través de la comercialización para su valorización externa. Del estudio se concluyó que los residuos industriales para una propuesta de valorización son factibles dado que reduce los costos de transporte y disposición final de S/. 1,511,349.70 a S/. 861,947.40 disminuyendo en 43% que a su vez genera un ahorro anual de S/. 697,891.10, asimismo se reduce las extracciones de recursos naturales y se disminuye la contaminación al medio ambiente al reaprovechar los residuos industriales.

Palabras Clave: valorización, gestión del residuo, compostaje, reciclaje.

Abstract

The objective of the developed research is to evaluate industrial waste for the design of a recovery proposal in the Cerro Lindo Mining Unit - Nexa Resources, Chinchipe, Ica 2022. The study addressed is of a quantitative type and descriptive correlational and cross-sectional design since it seeks to establish the relationship that exists between the variables under study. The population under study is the waste generated in the Cerro Lindo Mining Unit and the sample taken was the waste generated in the month of December 2021. The results showed that the sources that generate the most waste are the DHO-canteen areas 38.92%, mine 31.10%, plant 10.59%, maintenance 7.71% and infrastructure 6.90%, likewise the waste that is most generated is organic with 80.22 Tn/month, unusable with 76.23Tn/month, metallic with 54.38 Tn/month, hazardous with 27.49 Tn/month, it was determined that the feasible wastes are organic through composting, wood waste through recycling, hazardous waste (oils) through recycling and treatment, unusable waste (jebes) and waste of metals, plastics, paper and cardboard through marketing for external recovery. From the study it was concluded that industrial waste for a valorization proposal is feasible since it reduces transportation costs and final disposal of S/. 1,511,349.70 to S/. 861,947.40, decreasing by 43%, which in turn generates annual savings of S/. 697,891.10, likewise, the extraction of natural resources is reduced and pollution of the environment is reduced by reusing industrial waste.

Keywords: valorization, waste management, composting, recycling

I. INTRODUCCIÓN

Es innegable que la minera es un polo de desarrollo que impulsa las economías de los países que la practican, no obstante, trae consigo una serie de pasivos que afectan al medio ambiente, dentro de los que figuran la generación de residuos industriales. En el mundo se generan aproximadamente 10 billones de residuos al año, de los cuales el 20% son netamente residuos industriales producto de las diversas actividades antrópicas (Valdés et al. 2019). El Banco Mundial proyecta al 2050 un incremento del 70% de los residuos sólidos a nivel mundial, de no implementar medidas que permitan afrontar la problemática (Kaza et al. 2018).

Si bien es cierto, el volumen de los residuos industriales generados en minería es poco significativo, en relación a los porcentajes globales, resulta de gran importancia administrar su adecuada disposición a fin de evitar impactos ambientales negativos que perturben los paisajes, contaminen los suelos, aire o agua. En el 2019 Chile generó 20 millones de residuos de los cuales el 55.6% son industriales, de este total sólo el 21% fue valorizado mientras que el 79% restante fue eliminado a través de su disposición final en rellenos sanitarios; esto a consecuencia del clásico comportamiento lineal de producción y consumo al que se está acostumbrado como sociedad, siendo necesario el hacer uso responsable de los recursos naturales a través de una economía circular que genere hábitos de consumo y producción sustentables (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

Es fundamental aprovechar los residuos industriales mineros, mediante la valorización de los mismos; puesto que de esta manera también se minimizan la generación de impactos ambientales (Ruiz, 2019). Según el Ministerio de Desarrollo Productivo Argentino (2021) dicha valorización se podrá realizar mediante la “recuperación, reciclado, transformación o aprovechamiento” del residuo, contemplando adecuadas condiciones de seguridad y ambientales. En consecuencia, el planteamiento de una economía circular en el rubro de la minería minimizaría la generación de residuos, devolviendo al sistema productivo todo aquello que presente características reutilizables (Solorzano, 2018).

En el Perú, el marco legal en materia ambiental, conduce a las empresas mineras a mantener un perfil responsable con el medio ambiente. Sin embargo, no todas

gestionan la valorización de sus residuos industriales, y por el contrario, estos representan un costo en su disposición final. La generación de residuos industriales como aceites, chatarra ferrosa o plásticos a base de compuestos de polietileno de densidad alta, conforman algunos de los residuos que podrían ser aprovechados por las mineras, generando un beneficio económico bajo una correcta segregación de los mismos.

Minera Antamina realiza la valorización de sus residuos industriales reusándolos de manera interna y comercializándolos a través de empresas de reciclaje autorizadas. Durante el 2018, la Unidad Minera Yanacancha logró el reaprovechamiento del 37% del aceite residual del área de mantenimiento en la producción de ANFO, permitiendo reemplazar en la operación unitaria de voladura la cantidad de 216.713 galones de Diesel (Infantes, 2020). Asimismo, La Minera Antapaccay entre los años 2019 y 2020 gestionó la valorización de sus residuos metálicos correspondientes al desecho de billas de acero y chatarras de gran volumen y volumen liviano, obteniendo ingresos de S/.1'087,207.08 (Bautista, 2020).

La Unidad Minera Cerro Lindo concesionada a Nexa Resources, es una mina polimetálica que desarrolla operaciones subterráneas en la región Ica, provincia de Chincha, distrito de Chavín. Actualmente con el propósito de mantener la sustentabilidad del negocio minero, basado en la economía circular, busca la valorización de los residuos de origen industrial correspondientes a las cantidades generadas de chatarra ferrosa, polietilenos de alta densidad (tubería HDPE y jebes) y aceites residuales, producto de sus diversas actividades extractivas, a fin lograr un valor agregado y obtener un ingreso económico para la empresa, reduciendo los desechos generados y minimizando los pasivos ambientales en cumplimiento a la normativa y la gestión de residuos industriales.

La producción mensual de grandes cantidades de aceite residual, plásticos de alta y baja densidad, chatarra metálica entre otros, ocasionan costos a la empresa para su disposición final que bien podrían ser reaprovechados.

En este contexto, la formulación del problema general lleva a plantearse ¿De qué manera la evaluación de residuos Industriales permite desarrollar una propuesta de

valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022?; asimismo, se plantea los siguientes problemas específicos ¿Cómo se caracterizan los residuos industriales en las fuentes de generación para el diseño de una propuesta de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022?; ¿Cuáles son los procesos de gestión integral de los residuos industriales generados en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022?; y ¿Cuáles son los residuos industriales con potencial factible para una propuesta de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022?

La investigación presenta una justificación teórica dado que permite discutir como los conceptos de economía circular a través de la valorización pueden ser una herramienta de aplicación a los problemas de residuos industriales generados en la Unidad Minera Cerro Lindo, contrastando resultados que evidencien o refuten la factibilidad estos conceptos en este determinado sector económico.

La justificación técnica del estudio radica en que la propuesta de valorización permitirá reducir la disposición final en rellenos sanitarios de los residuos industriales de la Unidad Minera Cerro Lindo y por el contrario, con la valorización de residuos se obtendrá materias primas que serán devueltas al sistema productivo de la empresa minera o para su comercialización y utilización en otros sectores productivos.

Desde el punto de vista social la investigación se justifica dado que la propuesta de valorización genera un mejor entorno laboral para los trabajadores de la empresa, así como una adecuada toma de conciencia de los mismos en el manejo adecuado y responsable de los residuos industriales.

La justificación económica de la presente investigación está enfocada en la reducción de los pasivos ambientales y los costos económicos en los que incurre la empresa por pagos de transporte y disposición final de sus residuos industriales, y por el contrario, es factible de obtener ingresos económicos por su comercialización

La investigación es ambientalmente justificable dado que se reduce la adquisición y consumo de recursos y nuevas materias primas que podrán ser obtenidas de la

valorización, asimismo permite una gestión más adecuada de los residuos industriales y una reducción su disposición final en rellenos sanitarios.

Como objetivo general se plantea, evaluar los residuos industriales para el diseño de una propuesta de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022, el cual se desarrollará mediante los siguientes objetivos específicos, Caracterizar los residuos industriales en las fuentes de generación para el diseño de una propuesta de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022; Determinar los procesos de gestión integral de los residuos industriales generados en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022 y Determinar los residuos industriales con potencial factible para el diseño de una propuesta de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022.

Con el desarrollo del objetivo principal se constatará la hipótesis general, la cual es, la evaluación de los residuos industriales para el diseño de una propuesta de valorización para la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022, genera beneficios ambientales, sociales y económicos, de la misma manera se logrará contrastar las siguientes hipótesis específicas, La caracterización de residuos industriales en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022 permite determinar la naturaleza y cantidad de los residuos generados; determinar los procesos de gestión integral de residuos industriales generados en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022 permite plantear propuesta de mejora que optimicen el manejo de los residuos y determinar los residuos industriales factibles de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica 2022 permite generar valor agregado para la empresa, disminuyendo los costos de gestión de los residuos y la contaminación ambiental.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional Rincón (2021) planteó la identificación de prácticas, métodos y procesos de logística inversa para reutilizar y aprovechar residuos metálicos, a fin de demostrar los beneficios al medio ambiente y la economía circular. La metodología es de diseño descriptivo basado en el análisis bibliográfico de la logística inversa y en un estudio de los metales factibles de reciclaje en Colombia. Los resultados determinaron que la producción de acero con chatarra ferrosa disminuye la generación de desechos mineros en un 97%, reduce en un 86% y 76% la emisión de contaminantes al aire y agua respectivamente, reduce el uso de materia prima en un 90% y utiliza un 74% menos energía en su producción. Se concluyó que la logística inversa debe ser aplicada como gestor de recuperación de cualquier producto a fin de ser reutilizado y devuelto como nueva materia al sector productivo; asimismo, se determinó que metales como el zinc, plomo, aluminio, cobre y acero pueden ser reutilizados sin afectar sus propiedades; finalmente, afirma que las metodologías de reutilización de metales reducen costos y generan ingresos nuevos; finalizando que existe un amplio panorama respecto a las técnicas y prácticas de manejo de estos residuos metálicos.

Maldonado (2018) propuso evaluar el reuso de aceites de residuo obtenidos de equipos y maquinaria minera como insumo de detonación. La metodología se sustenta en un análisis, técnico, económico y ambiental con vinculación a las variables en estudio. Los resultados logrados establecieron que se podría obtener un ahorro económico de 4.27% si se reemplaza el Diesel por aceite residual tratado en las mezclas de ANFO; no obstante, la emisión de gases es 3 veces mayor al utilizar aceite residual tratado. El autor concluyó que no es factible un proyecto para el reaprovechamiento de los aceites residuales como insumo en la elaboración de ANFO, puesto que genera un impacto negativo al emitir una mayor cantidad de gases contaminantes al medio ambiente.

Leiton y Revelo (2017) plantearon el objetivo de formular un plan integral para gestionar los residuos sólidos. La metodología es de diseño descriptivo exploratorio y enfoque cualitativo-cuantitativo. El estudio se construyó a partir de un análisis diagnóstico de la administración de los residuos, con el propósito de establecer las medidas correctivas al implementar en la formulación del plan integral. Los

resultados logrados tras la interacción en campo con las áreas de trabajo y personal objeto de estudio, permitió desarrollar un documento con las medidas necesarias a implementar en el plan de gestión a fin de disminuir los impactos medioambientales.

En el ámbito nacional Bautista (2020) planteó el objetivo genérico precisar de qué manera el caracterizar los residuos metálicos ayuda en la valorización. La investigación es de enfoque cuantitativo, tipo descriptiva y diseño transversal no experimental. La muestra estuvo representada por la totalidad de residuos metálicos del botadero 28, a la cual se sometió al análisis observacional para identificar el tipo de residuo metálico, y su posterior caracterización; asimismo se aplicó un cuestionario a las contratistas que arrojan sus residuos metálicos en el botadero. Los resultados encontrados fueron que el 57.45% de los metales son billas en desuso, un 24.56% está representado por chatarra pesada, gruesa o de volumen, el 11% representa a la chatarra liviana y el 2% al restante de metales, obteniendo un margen de ganancias equivalente a S/. 635,633.95 por mes. El autor concluyó que el residuo metálico que genera mayor valor son las billas en desuso.

Infantes (2020) propuso el objetivo de generar el reaprovechamiento de los aceites residuales reemplazándolo por el Diesel en la elaboración de ANFO. La metodología de estudio es de diseño experimental y del tipo descriptivo, donde se evaluará las propiedades del aceite residual y su factibilidad en la fabricación de ANFO. Los resultados determinaron una acumulación de 37% de aceite residual, se usó el 100% de aceite residual en la fabricación de ANFO para el compuesto explosivo HA73G. el autor concluye que la valorización del aceite residual generó un ahorro económico de US\$. 404,752.958 al reemplazar el Diesel en la fabricación de ANFO.

Hernandez (2020) propuso determinar cuáles son los porcentajes de cumplimiento del plan de administración de residuos sólidos para aplicar mejoras. La investigación presenta naturaleza aplicada, de tipo descriptiva-correlacional y el diseño empleado es experimental, como muestra se tomó a una empresa contratista conformada por 21 trabajadores. Los resultados evidenciaron en su evaluación inicial que el plan de tratamiento y administración de residuos sólidos es deficiente con un 36%, la conciencia ambiental de los trabajadores es deficiente en un 25%, tras las acciones de mejora, el plan de manejo de residuos sólidos

mejoró en un 89% lo que equivale a óptimo y la conciencia ambiental de los trabajadores se incrementó a 58% lo que equivale a regular. Se concluyó que se mejoró el cumplimiento del plan de administración de residuos sólidos, sin embargo aun existe un 11% de deficiencia, siendo necesario seguir capacitando al personal por dos años más y que la implementación de dispositivos para la segregación contribuyó a optimizar el plan de residuos sólidos.

Mendoza (2017) en su tesis planteó como principal objetivo trazar un plan para la administración de residuos sólidos. La investigación es aplicada y presenta una metodología del tipo descriptiva propositiva de diseño no experimental. Se consideró como muestra el universo poblacional generador de residuos divididos por áreas. Los resultados determinaron que los residuos metálicos generados son de un 53%, seguidos de los de madera con un 30% y los residuos de plástico son del 21%; asimismo se identificó que el 97% son residuos no peligrosos y un 3% se consideran peligrosos; también se pudo evidenciar que el 81% de residuos se generan durante la fase de productiva, el 18% durante la fase de abandono y desmovilización y el 1% durante la fase de emplazamiento; finalmente, de las capacitaciones impartidas se obtuvo que el 81% aprobó las evaluaciones y el 19% no lo hizo. El autor concluyó con la preparación del plan de administración de residuos sólidos proponiendo mejoras que optimicen los procesos involucrados en el tratamiento y administración de residuos sólidos a favor del medio ambiente.

Crisóstomo (2021) propuso como objetivo realizar la gestión y administración de residuos sólidos, enfocados en la minimización y prevención de riesgos ambientales. La investigación es aplicada y presenta un enfoque de carácter cuantitativo, diseño transversal-no experimental; la muestra se encuentra representada por la totalidad de residuos sólidos generados en mina. Los resultados encontrados refieren que la mina genera un total de 96.68 toneladas por año, la caracterización inicial refirió que existía un 92.5% de residuos que eran dispuestos como no aprovechables, siendo sólo aprovechables un 7.5%; tras la intervención a través del plan de minimización y tratamiento de residuos sólidos se logró reducir en 30% la generación de residuos no aprovechables, además se incrementó la generación de residuos aprovechables. El autor concluyó que el plan de minimización y tratamiento de residuos sólidos generó cambios favorables en la

administración de los residuos sólidos de la mina.

Cano (2019) planteó el objetivo de verificar el cumplimiento de la administración de residuos sólidos en la empresa Antamina. El método de estudio descriptivo evaluó data relacionada al manejo de residuos no peligrosos usando la estadística a través de hojas de cálculo en Excel. Los resultados determinaron que en el periodo de los años 2010 al 2012 se generó un total de 3,517.25tn de residuos genéricos, 6,571.80tn de residuos puramente orgánicos, 1,095.25tn de residuos derivados del petróleo, 471.41tn de residuos de naturaleza química y 5,249.65tn de residuos de índole metálicos, acumulándose una totalidad de residuos sólidos considerados no peligrosos de 16,905.336tn. El autor concluyó que la Compañía Antamina ejecutó sus procedimientos de manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, cumpliendo con la gestión integral de los mismos acorde a la Ley General de Residuos Sólidos.

Marcelo (2018) propuso determinar si la administración de residuos sólidos se efectúa de forma adecuada, con la finalidad de evitar colocar en riesgo la salud de orden público y el medio ambiente. La metodología de investigación tiene un tratamiento cuantitativo y es descriptiva; Tomó de muestra las áreas concernientes a operaciones mina, mantenimiento, planta de concentrado y los talleres ubicados en interior mina y superficiales, almacenes, campamento, comedores. Los resultados encontrados fueron que durante el 2015 se generó 27% de residuos peligrosos y un 77% de residuos no peligrosos que fácilmente podrían ser aprovechados. El autor concluyó que Minera el Brocal con la implementación de un plan integral de administración de residuos sólidos que comprenda la generación, segregación, almacenamiento, recolección, transporte, reaprovechamiento y disposición final.

Las bases teóricas relacionadas a la investigación vienen sustentadas por Elías (2012) quien define residuo como el producto resultante de una actividad de consumo o netamente productiva, de la cual será necesario desprendernos por no constituirse directamente en un objeto de interés para el desarrollo de la actividad productiva ejecutada. Merchán (2015) acota que pese a ser un bien rechazado por su generador, en otros contextos y actividades pueden ser aprovechados, transformados o simplemente encaminados para su disposición final.

Existen varios criterios para describir una clasificación de residuos, sin embargo, pertinentes al estudio, se tienen los residuos industriales que en su naturaleza de origen son producto de las actividades que se generan en los diversos sectores económicos y que se dan como resultado de los diversos procesos de producción; es decir estos residuos se engloban en los generados por todas aquellas industrias de manufacturación, energéticas, mineras, de pesquería, químicas entre otros (MINAM, 2010). Asimismo, acorde a su ámbito de manejo y gestión encontramos a los residuos no municipales los cuales son residuos que, por sus características propias y la correspondiente manipulación, implican un componente significativo de riesgo alto que afecta la salud de las personas y el propio ambiente; por lo cual su disposición última deberá ser en áreas de relleno sanitarios de alta seguridad (MINAM, 2016). El artículo 18 contemplado en la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos precisa que será competencia de las autoridades de cada sector regular, evaluar y fiscalizar las medidas que garanticen la correcta administración de residuos sólidos. Asimismo, según Decreto Ley N°1278 se sancionará el incumplimiento de la administración de residuos, acorde a sus competencias y aprobará proyectos de inversión relacionados al manejo, a fin de prevenir todo tipo de impacto y riesgo ambiental (El Peruano, 2016). La investigación amerita hacer una distinción de los residuos peligrosos como aquellos que por su composición presentan un nivel de toxicidad, corrosividad, reactividad o son inflamables o presentan algún patógeno cuyo mala disposición final o manejo, implican un componente significativo de riesgo alto para el estado de salud de las personas y el propio ambiente según lo expresa el Decreto Ley N°1278 (El Peruano, 2016); también se tienen los residuos no peligrosos que son aquellos cuya composición no tienen efectos de toxicidad en la salud de las personas y el medio ambiente (MINAM, 2016).

Según el D.L. N°1278, en su artículo primero, dictamina que el objetivo de la gestión integral de residuos sólidos debe ser el maximizar el uso de materiales de forma eficiente y continua, la reducción de residuos en su fuente de generación, la valorización tanto energética como material de los residuos sólidos y su correcta disposición final (El Peruano, 2016). Dentro de los procesos de la gestión integral para el manejo de los residuos sólidos encontramos el proceso de minimización de

los volúmenes de material de los residuos sólidos y su consecuente grado de peligrosidad, mediante la aplicación de un conjunto de técnicas y estrategias de índole preventivo, dentro de la misma actividad que los genera (Osinergmin, 2014). El proceso de la segregación o separación en la fuente de origen, es realizado por los creadores de residuos sólidos en la fuente donde se producen, quedando prohibido por ley cualquier tipo de segregación en zonas de disposición final. Según el D.L. N°1278, es obligación de los generadores entregar los residuos no municipales segregados y de forma adecuada a los operadores de residuos autorizados a fin de que estos puedan ser sometidos a un proceso de valorización o para su disposición última (El Peruano, 2016). El proceso de almacenamiento el cual es de responsabilidad exclusiva del ente generador, que involucra la acumulación segregada de los residuos sólidos, dentro de un periodo temporal y considerando su composición química, física, biológica y su grado de peligrosidad, sean estos municipales o no municipales; el almacenamiento deberá considerar la Normativa Técnica 900.058:2005 Gestión de Residuos, Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos, según lo establecido en el D.L. N°1278 (El Peruano, 2016). El proceso de recolección el cual reside en recolectar los residuos sólidos desde una zona de acopio o almacén para ser transferidos a través de un medio de transporte para un manejo posterior (MINAM, 2016); en Latinoamérica la recolección como parte del secuenciamiento de la administración de residuos sólidos suele ser muy costoso (Mendoza, 2019). El proceso de transporte, consiste en la traslación adecuada de los residuos tras ser recolectados, desde la fuente de producción o ente generador hasta las plantas de valorización o zonas de disposición última (MINAM, 2016); suele realizarse en vehículos debidamente acondicionados en función del residuo a transportar a fin de evitar su exposición por derrames, malos olores, o pérdidas por caídas durante el transporte (Bonilla y Núñez, 2012). El proceso de valorización, el cual debe priorizarse como alternativa principal dentro de la administración de residuos sólidos con el propósito de reutilizar, reciclar, valorizarlos en su forma material o energética entre otras, dentro de una adecuada infraestructura acondicionada y autorizada para ejercer dicho proceso (MINAM, 2016); el objetivo es reaprovechar los residuos sólidos con la intención de obtener un beneficio total o parcial del mismo (Bonilla y Núñez, 2012). El proceso de transferencia, implica la transferencia en su totalidad de los residuos

sólidos de una unidad vehicular de capacidad de carga pequeña a otro con capacidad de carga mayor, a fin de proseguir con el recorrido de transportación; durante la transferencia no se permite almacenar más de 12 horas los residuos sólidos y deberán ser realizadas en instalaciones autorizadas (MINAM, 2016). El proceso de tratamiento, implica eliminar o reducir el riesgo potencial de los residuos sólidos a mediante una serie de técnicas adecuadas o métodos que modifiquen sus cualidades físicas, químicas o biológicas que generan peligro y puedan ocasionar grave afectación en la salud de las personas o el medio ambiente. Por lo tanto, la aplicación de tecnologías puede generar una valorización de los residuos sólidos o simplificar su disposición última en los vertederos (MINAM, 2016). El proceso de Disposición final referido a aquellos residuos sólidos que no pudieron ser valorizados por ningún método o medio tecnológico sustentable, por lo que son confinados de forma aislada en instalaciones debidamente acondicionadas, en función del grado de peligrosidad que representen (Ministerio del Ambiente - MINAM, 2016).

La valorización de los residuos industriales del sector minero trasluce que las prácticas de reciclaje de residuos industriales y su consecuente reuso suelen ser mínimas en contraste al volumen generado por las empresas; la gran mayoría no tiene implementado un adecuado programa de manejo de residuos y muchas de sus políticas no se ponen en práctica quedando sólo en papel; en tal sentido, no existe una adecuada valorización que este acorde con la cantidad de residuos generados, minimizando el ingreso de beneficios económicos y medio ambientales en el sector minero, ya que por lo general sus políticas están basadas en la disposición final de residuos (Ruiz, 2019).

Coila et al., (2020) señala que la valorización de los residuos sólidos pueden ser de tipo energético o material y se efectúan de forma adecuada en plantas o instalaciones de valorización autorizadas. La valorización material tiene que ver con procesos operacionales de transformación de los residuos sólidos; a través del reciclaje y reuso de materiales, el compostaje, la recuperación de aceites, bioconversiones, entre otras propuestas de solución; que demuestren una factibilidad técnica, económica y ambiental (Bautista, 2020); es decir, a partir de estos residuos se elaboran unos de nuevo uso, evitando la compra de materia prima

para su producción (Ruiz, 2019). La valorización energética tiene que ver con procesos operacionales destinados a utilizar los residuos como potencial fuente energética a través métodos de un coprocesamiento, coincineración o la biodegradación del residuo convirtiéndolo en energía (Coila et al., 2020).

Obtener ventajas de la valorización de los residuos industriales en el sector minero es posible, si se desarrolla dentro del ámbito normativo y considerando los parámetros técnicos y recursos económicos necesarios para su adecuada implementación; las ventajas más notorias que se pueden lograr son el cuidado a la salud pública, la disminución del impacto ambiental, la reducción de residuos, la recuperación y optimización de la energía, la optimización de residuos y recursos económicos (Ruiz, 2019).

El marco normativo legal presente en el Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (El Peruano, 2016), tiene por finalidad primigenia la prevención y minimización de la generación de los residuos sólidos en sus respectivas fuentes de origen; como segundo fin señala que se debe optar por recuperar y valorizar la materia y energía de los residuos sólidos mediante acciones que avalen la protección al medio ambiente y la salud integral de las personas. Son principios fundamentales de esta ley desarrollar una economía circular durante todo el tiempo de vida de los productos y la valorización de recursos a través del potencial económico que mantienen los residuos sólidos, asimismo, establecer la responsabilidad extendida del productor en todas las etapas del periodo de vida de los productos con los que transacciona o procesa y propiciar la defensa del ambiente y la salud pública generando todas los mecanismos que permitan garantizar y proteger la salud social.

Según el D.L. N°1278 (Congreso de la República, 2016) la administración y manejo de los residuos sólidos es competencia del Ministerio del Ambiente (MINAM) como ente rector; el Organismo de Evaluación y Fiscalización (OEFA), autoridad encargada de regular, supervisar, fiscalizar y sancionar el manejo de los residuos sólidos; el Servicio de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE), ente encargado de la evaluación y aprobación de estudios ambientales de proyectos de inversión para el sector público o privado en infraestructura para el manejo y administración de residuos del ámbito municipal y no municipal o ambas;

las autoridades sectoriales en materia de residuos no municipales cuyas funciones son regular y evaluar la administración y tratamiento de los residuos mineros, energéticos, industriales entre otros.

Lo descrito anteriormente sobre la clasificación de residuos permite ver que los residuos industriales se encuentran inmersos en la administración de los residuos no municipales descritos por ley, en tal sentido, podemos señalar que las disposiciones legales contempladas en el Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su respectivo reglamento Decreto Supremo N°014-2017-MINAN aplica a los residuos industriales dentro del ámbito no municipal. Aclarado el tema desde la óptica legal podemos afirmar que según el marco normativo las empresas que generan desechos industriales deberán priorizar la valorización de sus residuos antes de determinar su disposición final. Asimismo, según la promulgación del D.S N°014-2017 (MINAN, 2017) se consideran operaciones de valorización aquellas que comprenden actividades de reciclaje, elaboración de compostaje, la reutilización y rescate de aceites, la bioconversión, el coprocesamiento, la coincineración, la generación de energía entre otras alternativas.

Las Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) son empresas inscritas y acreditadas por el MINAM para desarrollar operaciones que involucren el manejo y comercialización de residuos sólidos, estas podrán ser enteramente privadas o mixtas, deberán cumplir las disposiciones establecidas en el D.L. N°1278 y su reglamento respectivo. El ejercicio de sus actividades operacionales deberá estar bajo la orientación técnica de un profesional especializado en ingeniería sanitaria con experiencia probada en la administración y tratamiento de residuos sólidos. Asimismo, las (EO-RS) deberán contar con una adecuada infraestructura, logística y equipos necesarios para desarrollar sus operaciones.

Según el Decreto Supremo N°014-2017, realizada la matrícula en el Registro Autoritativo de EO-RS, las empresas están habilitadas para realizar operaciones de barrido y limpieza en espacios públicos, recolección y transporte, transferencia, tratamiento, valorización y disposición final de residuos (MINAM, 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es de tipo aplicada, ya que su finalidad será resolver un problema específico, en tal sentido, la investigación desarrolla la búsqueda y utilización concreta de conocimientos teóricos, técnicos, entre otros que están fundamentados en la investigación pura o básica, para su aplicación directa en la resolución de problemas para Hernández y Mendoza (2018). Siendo el proyecto de investigación “Residuos industriales para una propuesta de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica, 2022”, busca generar una solución sustentable al manejo de residuos, que se enmarque dentro de una economía circular que preserve el medio ambiente, el ciclo de vida de los recursos, y la economía de la empresa.

El estudio presenta un enfoque de carácter cuantitativo, para Hernández y Mendoza (2018) los enfoques cuantitativos involucran procesos secuenciales demostrativos, es decir, la recopilación de datos es utilizada para comprobar la hipótesis basada en el cálculo numérico medible y el análisis estadístico detallado con el propósito de estimar comportamientos y comprobar teorías.

El diseño de investigación es no experimental dado que, a decir de Hernández y Mendoza (2018) son estudios donde no se manipulan de forma deliberada las variables, limitándose sólo a observar y analizar los fenómenos en su entorno natural, finalmente es transversal ya que analiza y describe las variables y su interrelación en un solo momento dado.

La investigación tiene carácter descriptivo correlacional y transversal, en tal sentido, Hernández y Mendoza (2018) señalan que los estudios descriptivos tienen como propósito especificar a detalle las características y propiedades de las variables en estudio mostrando con precisión sus dimensiones y los sucesos o problemas que presentan; asimismo los autores señalan que es un estudio correlacional cuando la investigación plantea conocer la asociación o grado de relación existente entre las variables en su contexto particular de análisis y finalmente sustentan que es transversal puesto que la recolección de datos se llevará en un solo momento dado.

3.2. Variables y operacionalización

La investigación a desarrollar presenta las siguientes variables:

Variable independiente: Residuos industriales.

Variable dependiente: Diseño de una propuesta de valorización.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población: La investigación abarcó como población los residuos industriales generados producto de los trabajos realizados en la Unidad Minera Cerro Lindo.

- **Criterios de inclusión:** Se considera parte de la población los residuos industriales de tipo material generados producto de los trabajos de obras civil, de producción mina, de talleres de metalmecánica, mantenimiento en general, almacenes, oficinas y comedores tales como chatarra metálica, plásticos, papel, aceites lubricantes, residuos orgánicos, embalajes, envases y residuos de limpieza.
- **Criterios de exclusión:** No pertenecen a la población los residuos industriales masivos como los estériles, lodos, relaves, aguas contaminadas, desmontes, minerales de baja ley y residuos de lixiviación.

Muestra: Se tomó como muestra de análisis los residuos industriales que se generen durante un mes y que cumplan los criterios de inclusión descritos anteriormente.

Muestreo: El muestreo es no probabilístico y el mes seleccionado como muestra será tomado a criterio del autor.

Unidad de análisis: Es todo residuo industrial cuya característica pertenece a los criterios de inclusión determinados en la población y que conforman la muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Como técnica de recolección de datos la presente investigación empleó la observación directa, la cual permitió:

- Caracterizar los residuos industriales en función de su cantidad y composición.
- Evaluar como la empresa viene gestionando el manejo integral de sus residuos industriales.
- Finalmente, se observará que residuos industriales tienen potencial para ingresar a un proceso de valorización y ser reaprovechados dentro del sistema productivo, o ser comercializados o enviados a disposición final.

Por lo tanto, la observación directa como técnica de recolección de datos evidenció resultados que permitió plantear la propuesta de valorización de los residuos industriales en la Unidad Minera Cerro Lindo.

Instrumentos de recolección de datos

Como instrumentos de recolección de datos se utilizó la guía de observación, la cual se presentó en tres formatos diferentes, acorde al cumplimiento del propósito de los objetivos de la investigación.

- **Guía de observación N°1:** instrumento que responde de forma consecuente a los objetivos 1. Caracterizar los residuos industriales en las fuentes de generación para el diseño de una propuesta de valorización y 2. Determinar los procesos de gestión integral de los residuos industriales de la Unidad Minera Cerro Lindo. Los instrumentos recopilan información referente a quien es la fuente generadora del residuo, tipo de residuo, tipo de peligro que representa, gestión que se hace del residuo y la cantidad que se genera durante un mes.
- **Guía de observación N°2:** instrumento que responde de forma consecuente al objetivo 3. Determinar los residuos industriales con potencial factible para el diseño de una propuesta de valorización de la Unidad Minera Cerro Lindo. El instrumento recopila información respecto a que residuos industriales son factibles de ser reaprovechados en mina, cuáles pueden ser comercializados y cuales irán directamente a disposición final.

3.5. Procedimientos

El procedimiento para la recolección de información se desarrolló de la siguiente forma:

- Se solicitó a la empresa Nexa Resources – Unidad Minera Cerro Lindo, el permiso respectivo, a fin de poder tener su consentimiento informado en cuanto a los niveles de intervención que tendrá la investigación en el área de estudio, ello con el fin de poder recopilar la información necesaria para el proyecto sin ningún contratiempo.
- La recolección de datos se inició con la guía de observación N°1 caracterizando cada uno de los residuos industriales generados en el complejo minero, acorde a los criterios de inclusión y exclusión planteados en la población. Se procederá determinar su área de origen, segregar los residuos considerando su composición y nivel de peligrosidad, se determinará su peso, y los datos serán registrados en el formato guía y la guía de observación N°2 para determinar los residuos factibles de ser valorizados.
- Posteriormente se procedió a tratar los datos recopilados en hojas de cálculo, a fin de consolidar la información en valores estadísticos que permitan contextualizar de forma numérica las características de los residuos que se generan en la Unidad Minera Cerro Lindo, desde los objetivos de investigación propuestos.
- Tras el análisis de los residuos industriales y el panorama de resultados obtenidos en función de los objetivos propuestos, se procedió a elaborar la propuesta de valorización de residuos industriales de la Unidad Minera Cerro Lindo en la Empresa Nexa Resources.
- Los resultados del análisis son presentados a través de tablas y gráficos estadísticos debidamente interpretados para su mejor comprensión y se desarrolló los apartados de la propuesta de valorización.

3.6. Método de análisis de datos

El método de análisis es descriptivo, puesto que la recopilación de datos mediante la aplicación de instrumentos de enfoque cuantitativo, fue organizada a fin

conformar una base de datos que fue sometida a tratamiento estadístico a través del software Excel, lo cual permitió obtener información sintetizada de fácil visualización a través de tablas y gráficos que expresarán los resultados de investigación en función de los objetivos propuestos.

3.7. Aspectos éticos

Los fundamentos que rigen la ética de la investigación científica son los valores y juicios que certifican toda trabajo de naturaleza investigativa, los cuales son principios esenciales que sustentan veracidad y originalidad del escrito científico (Castañeda, Gómez y Londoño, 2020).

Considerando las normativas y criterios éticos que promueve la Universidad César Vallejo, a fin de garantizar las buenas prácticas en la elaboración y desarrollo de trabajos de investigación, a continuación, se describen los criterios éticos aplicados en el presente trabajo de investigación:

- **Principio de autonomía:** Se respetó los derechos de autoría de las aportaciones teóricas, técnicas y legales que contribuyeron al desarrollo de la investigación mediante citas y referencias adecuadas, se gestionó los permisos ante la empresa para su autorización consentida que permita el desarrollo de la investigación, se respetó a las personas involucradas directa e indirectamente en la recojo de información durante la aplicación de los instrumentos de investigación.
- **Principio de beneficencia:** El análisis del riesgo-beneficio que se puede alcanzar en el progreso de la investigación es favorable para la empresa, ya que se propone una alternativa de solución que permita minimizar costos ambientales y económicos, en ningún momento se hará uso de la información recabada para actuar con maleficencia.
- **Principio de justicia:** La recolección, análisis y tratamiento de la información recabada en la investigación fue procesada de manera equitativa, sin alterar o tener preferencias en cuanto a la representatividad de la muestra y su unidad de análisis.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del objetivo caracterizar los residuos industriales en las fuentes de generación

4.1.1. Determinación de las fuentes generadoras de residuo industrial

El resultado de las fuentes de generación de residuos industriales se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Fuentes generadoras de residuos Industriales

ÁREAS GENERADORAS DE RESIDUOS INDUSTRIALES			
1	DHO - Comedor	6	Mina
2	Geología	7	Planta
3	Infraestructura	8	SSOMA
4	Logística	9	Punto común
5	Mantenimiento		

En la tabla 1 se evidencia las 9 fuentes generadoras de residuos industriales encontradas en la Unidad Minera Cerro Lindo.

4.1.2. Determinación de los tipos de residuos industriales generados

El resultado del tipo de residuos industriales se muestra en la tabla 2

Tabla 2. Tipos de residuos generados según sus características y modelo de segregación

TIPOS DE RESIDUOS	
Residuos Orgánicos	Residuos de Papel y Cartón
Residuos de Madera	Residuos de Metales
Residuos de Vidrio	Residuos Peligrosos
Residuos de Plástico	Residuos No Aprovechables

En la tabla 2 se evidencian los tipos de residuos industriales generados según el modelo de segregación desarrollado por la empresa.

4.1.3. Distribución de los residuos industriales según fuentes generadoras

Los resultados de la distribución de residuos industriales por fuentes generadoras y según tipo se muestran en la tabla 3 y figuras 1,2 y 3.

Tabla 3. Distribución de residuos por fuente de generación

N°	ÁREA FUENTE DE GENERACIÓN	RESIDUO ORGÁNICO (kg/mes)	RESIDUO MADERA (kg/mes)	RESIDUO VIDRIO (kg/mes)	RESIDUO PLÁSTICO (kg/mes)	RESIDUO PAPEL Y CARTÓN (kg/mes)	RESIDUO METALES (kg/mes)	RESIDUO PELIGROSOS (kg/mes)	RESIDUO NO APROVECHABLE (kg/mes)	TOTAL (kg/día)	TOTAL (kg/mes)	TOTAL (Tn/día)	TOTAL (Tn/mes)	(%)
1	DHO - Comedor	80220.0		522.0	1677.0	4672.0		0.0	20042.0	3571.10	107133	3.49	107.13	38.92
2	Geología		560.0		105.0	137.0		0.0	554.0	45.20	1,356	0.05	1.4	0.49
3	Infraestructura		261.0	724.0	403.0	1,211.0	330.0	1001.0	15061.0	633.03	18991	0.63	19.0	6.90
4	Logística		1420.0		396.0	449.0		0.0	6918.0	306.10	9183	0.31	9.2	3.34
5	Mantenimiento		1160.0	33.0	689.0	1715.0	2282.0	8367.0	6992.0	707.93	21238	0.71	21.2	7.71
6	Mina		2217.0		1179.0	3352.0	51406.0	12160.0	15305.0	2853.97	85619.00	2.85	85.62	31.10
7	Planta		10645.0	63.0	760.0	2402.0	316.0	5520.0	9456.0	972.07	29162	0.97	29.2	10.59
8	SSOMA		42.0		30.0	94.0	42.0	161.0	576.0	31.50	945	0.03	0.9	0.34
9	Punto común				44.0	16.0		277.0	1324.0	55.37	1661	0.06	1.7	0.60
PROMEDIO MESES														
TOTAL. Kg. / mes		80220	16305	1342	5283	14048	54376	27486	76228	----	275288	----	----	100
TOTAL. Tn / mes		80.22	16.305	1.342	5.283	14.048	54.376	27.486	76.228	----	----	----	275.28	100
PROMEDIO DÍAS														
TOTAL. Kg. / día		2674.00	543.50	44.73	176.10	468.27	1812.53	916.20	2540.93	9176.27	----	----	----	100
TOTAL. Tn / día		2.67	0.54	0.04	0.18	0.47	1.81	0.92	2.54	----	----	9.18	----	100

La tabla 3 evidencia como se encontraron distribuidos los residuos industriales según el área o fuente de generación, asimismo se puede apreciar el consolidado general por fuente de generación y por tipo de residuo. El análisis permite destacar que la mayor generación de residuos recae sobre el área DHO-Comedor con un total de 107.13 Tn/mes siendo los residuos orgánicos los que más se generan en esta área con un promedio de 80.22 Tn/mes, seguido se encuentra el área de Mina con 85.62 Tn/mes siendo el residuo metálico el que más se genera con 51.41 Tn/mes, otro dato apreciable es el residuo de Planta con 29.2 Tn/mes siendo los residuos de madera, los peligrosos y los no aprovechables lo que mayormente se generan con 10.65 Tn/mes, 5.52 Tn/mes y 9.46 Tn/mes respectivamente, asimismo, el área de Mantenimiento e Infraestructura con 21.2 Tn/mes y 19.0 Tn/mes respectivamente.

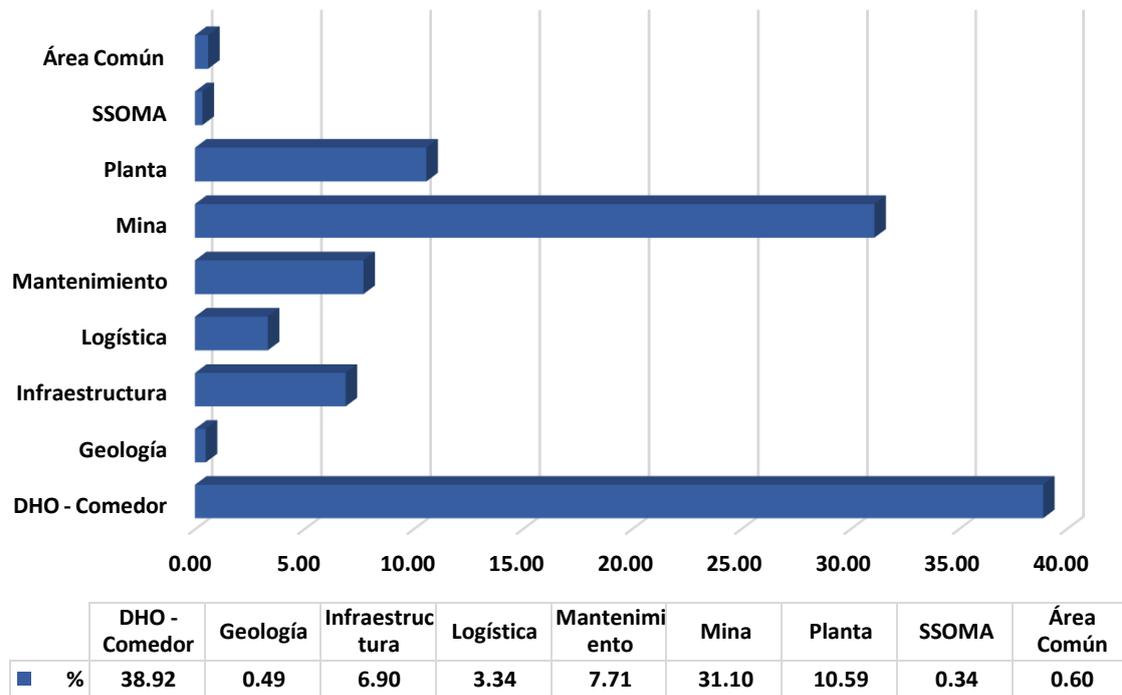


Figura 1. Distribución porcentual de los residuos por fuente de generación

La figura 1 evidencia los valores porcentuales de distribución de los residuos en función del área fuente de generación durante el mes de abril. Tal como se detalló en la tabla 3 las principales fuentes generadoras de residuos son el área DHO-Comedor con 38.92%, Mina con 31.10%, Planta con 10.59%, mantenimiento con 7.71%, infraestructura con 6.90% los cuales concentran el 95.22% de la generación global de residuos industriales, quedando 4.78% distribuido entre las áreas de logística, geología, área común y SSOMA.

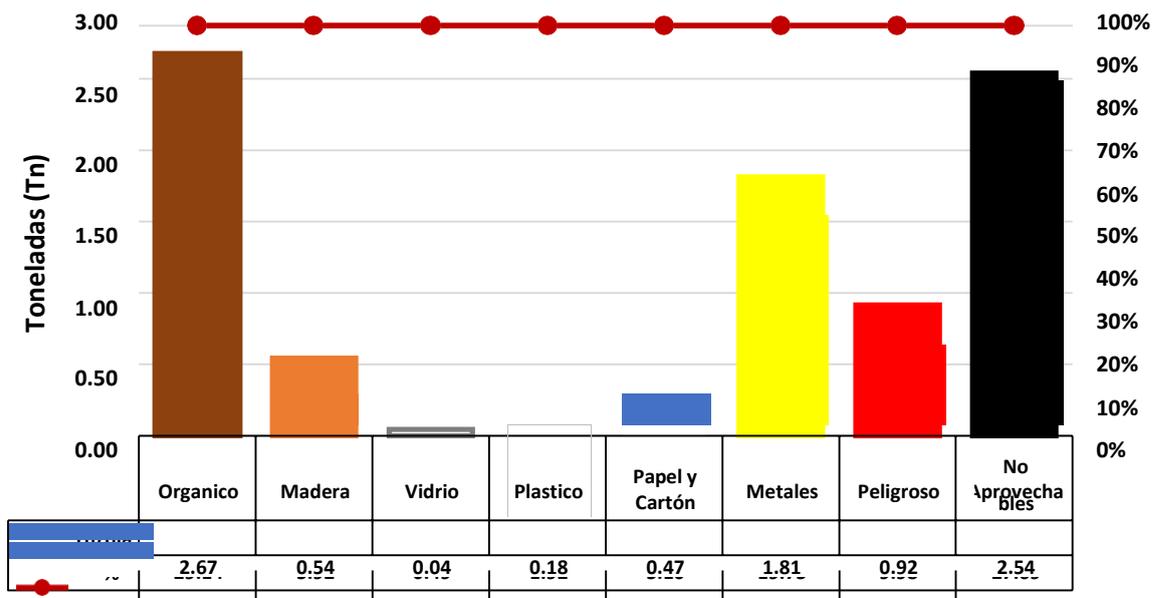


Figura 2. Segregación y composición física de residuos generados por día.

La figura 2 evidencia el modo de segregación y composición física de los residuos industriales, la cantidad en toneladas/días y el valor porcentual de cada una de ellas generadas en la Unidad Minera Cerro Lindo. Se puede observar que los residuos orgánicos representan el 29.14% de los residuos generados equivalente a 2.67 Tn/día, los residuos no aprovechables al 27.69% equivalente a 2.54 Tn/día, los residuos metálicos al 19.75% equivalente a 1.81 Tn/día, los residuos peligrosos al 9.98% lo que equivale a 0.92 Tn/día, los residuos de madera al 5.92% correspondiente a 0.54 Tn/día, los residuos de papel y cartón al 5.10% equivalente a 0.47 Tn/día, los residuos plásticos al 1.92% equivalente a 0.18 Tn/día, y los residuos de vidrio al 0.49% equivalente a 0.04 Tn/día. Claramente el análisis permite inferir que tanto los residuos orgánicos, los no aprovechables, los metálicos y peligrosos, son los más representativos dada su generación dentro de la Unidad Minera Cerro Lindo, que de no mantener una gestión adecuada podrían ser potenciales fuentes de contaminación.

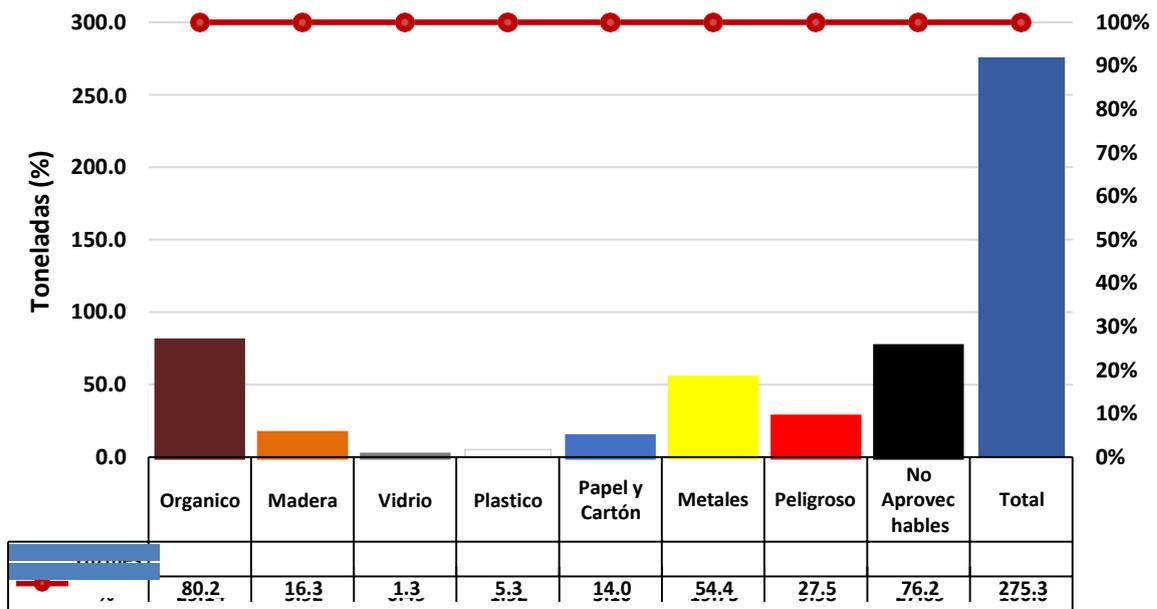


Figura 3. Segregación y composición física de residuos generados en el mes abril de 2022.

La figura 3 expresa la cantidad de residuo generado según su composición y el total acumulado durante el mes de abril de 2022. Se observa que durante ese mes la totalidad de residuos generados es de 275.3 Tn que equivalen al 100% de los 8 tipos de residuos segregados en la Unidad Minera Cerro Lindo. Asimismo, se puede observar el detallado acumulado por mes de cada residuo, teniendo 80.2 Tn/mes en residuos orgánicos, 26.2 Tn/mes en residuos no aprovechables, 54.4 Tn/mes en residuos metálicos, 27.5 Tn/mes en residuos peligrosos, 16.3 Tn/mes en residuos de madera, 14.0 Tn/mes en residuos de papel y cartón, 5.3 Tn/mes en residuos plásticos y 1.3 Tn/mes en residuos de vidrio.

4.1.4. Determinación de la densidad promedio de los residuos industriales.

Los resultados de la densidad de los residuos se muestran en la tabla 4

Tabla 4. Densidad promedio de los residuos según su composición

TIPO DE RESIDUO	PROMEDIO Kg/mes	DENSIDAD PROMEDIO Kg/m ³
RESIDUOS ORGÁNICOS	80220.0	
Restos de comida de bandejas (Comensal)	59313.0	684.4
Residuos de arroz, fideos, etc. (Línea)	11200.0	497.6
Cascara de frutas, vegetales, etc. (Cocina)	9425.0	347.2
Recipientes de comida	282.0	61.53
RESIDUOS DE MADERA	16305	
Madera sin contaminantes	5660	150
Madera contaminada	10645	131.5
RESIDUOS DE VIDRIO	1342	
Vidrios varios	1342	600
RESIDUOS PLÁSTICOS	5283	
Botellas descartables	5283	110
RESIDUOS DE PAPEL Y CARTÓN	14048.0	
Papel y cartón	14048.0	45
RESIDUOS DE METALES	54376.0	
Chatarra metálica	54376.0	1304.35
RESIDUOS PELIGROSOS	27486.0	
Tapos hidrocarburos	6333.0	125.6
Aceites usados	19000.0	600
Cilindros vacíos	110.0	203.45
Biocontaminado	40.0	384.5
Sacos Big Bag	2003.0	234.15
RESIDUOS NO APROVECHABLES	76228.0	
Generales	43820.0	40
Jebes en desuso	32408.0	600

Fuente. Elaboración propia, 2022.

La tabla 4 evidencia la densidad promedio de los residuos generados según su composición. Dentro de las densidades más altas se pueden apreciar a los residuos de chatarra metálica con 1304.35 Kg/m³, los restos de comida de bandeja con 684.4 Kg/m³, los aceites usados, jebes en desuso y vidrios con 600 Kg/m³, entre otros. Determinar el valor de la densidad promedio es un factor importante que permite una correcta gestión y manejo de los residuos, sobre todo para efectos del transporte o su disposición final en los rellenos sanitarios.

4.2. Determinación de los procesos de gestión integral de los residuos industriales

Los resultados de los procesos de gestión integral de los residuos sólidos se muestran en la tabla 5 y figura 4

Tabla 5. Cuadro de los procesos de gestión integral de residuos

TIPO DE RESIDUO	PROMEDIO Kg/mes	Segregación	Almacenamiento	Recolección	Transporte	Valorización	Transferencia	Tratamiento	Disposición final Mina	Disposición final gestor autorizado
RESIDUOS ORGÁNICOS	80220.0	*	*						*	
Restos de comida de bandejas (Comensal)	59313.0									
Residuos de arroz, fideos, etc. (Línea)	11200.0									
Cascara de frutas, vegetales, etc. (Cocina)	9425.0									
Recipientes de comida	282.0									
RESIDUOS DE MADERA	16305	*	*	*	*					*
Madera sin contaminantes	5660									
Madera contaminada	10645									
RESIDUOS DE VIDRIO	1342	*	*	*	*					*
Vidrios varios	1342									
RESIDUOS PLÁSTICOS	5283	*	*	*	*					*
Botellas descartables	5283									
RESIDUOS DE PAPEL Y CARTÓN	14048.0	*	*	*	*					*
Papel y cartón	14048.0									
RESIDUOS DE METALES	54376.0	*	*	*	*					*
Chatarra metálica	54376.0									
RESIDUOS PELIGROSOS	27486.0	*	*	*	*					*
Trapos hidrocarburos	6333.0									
Aceites usados	19000.0									
Cilindros vacíos	110.0									
Biocontaminado	40.0									
Sacos Big Bag	2003.0									
RESIDUOS NO APROVECHABLES	76228.0	*	*	*	*					*
Generales	43820.0									
Jebes en desuso	32408.0									
TOTAL DE RESIDUOS GENERADOS	275288.0									

Fuente. Elaboración propia, 2022.

La tabla 5 evidencia que los procesos de gestión de residuos realizados en la Unidad Minera Cerro Lindo están dados por la segregación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de los residuos. No obstante, se observa que para la gestión de los residuos orgánicos solo se presenta los procesos de

segregación almacenamiento temporal y disposición final en mina; mientras que para el resto de residuos la secuencia de procesos es la segregación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final a través de un gestor autorizado.

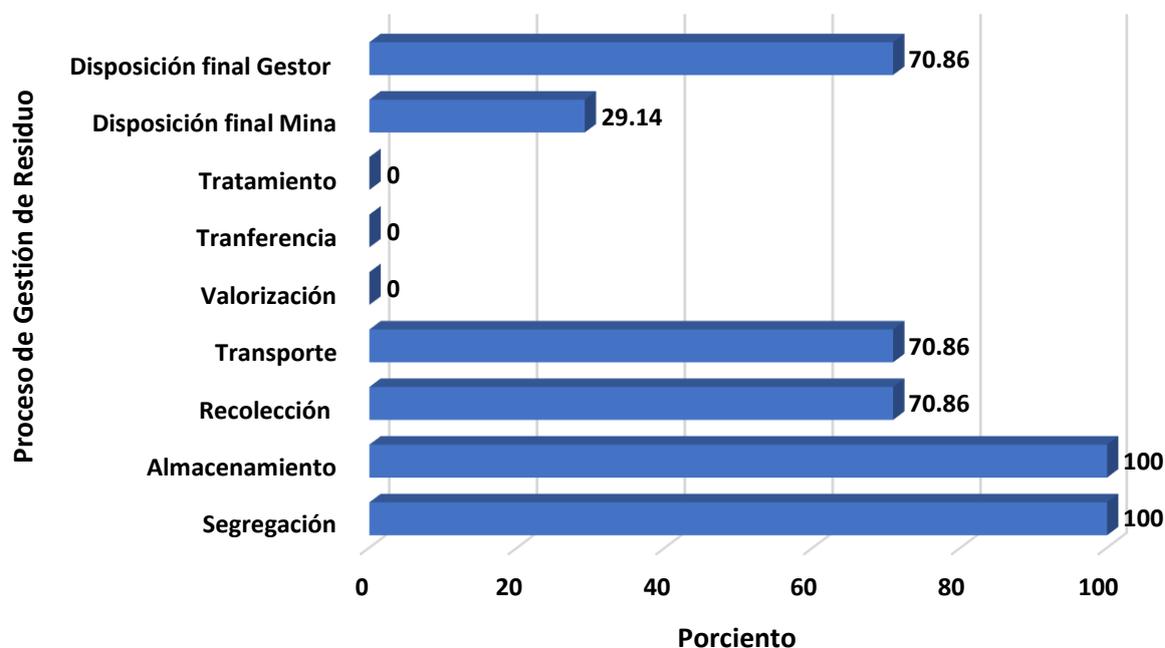


Figura 4. *Procesos de la gestión integral de residuos*

La figura 4 evidencia el valor porcentual en cuanto al manejo y gestión integral de los residuos en la Unidad Minera Cerro Lindo, donde se observó que el 100% de los residuos siguen un proceso de segregación y almacenamiento en mina, un 70.86% sigue un proceso de recolección, transporte y disposición final a través de un gestor autorizado, un 29.14% de los residuos son puestos a disposición final en Mina y un 0% evidencia que no existen procesos de valorización, transferencia o tratamiento de los residuos generados en la unidad minera.

4.3. Determinación de los residuos industriales con potencial factible para el diseño de una propuesta de valorización

4.3.1. Determinación de los residuos con potencial factible de valorización

Los resultados de los residuos con potencial factible de valorización se muestran en la tabla 6 y figuras 5, 6, 7, 8 y 9.

Tabla 6. Residuos con potencial de valorización

TIPO DE RESIDUO	PROMEDIO Tn/mes	Residuo factible de valorización interna Kg/mes	Residuo factible de comercialización para valorización externa Kg/mes	Residuo factible para disposición final Kg/mes
RESIDUOS ORGÁNICOS	80.22	79.94		0.282
Restos de comida de bandejas (Comensal)	59.31	59.31		
Residuos de arroz, fideos. (Línea)	11.20	11.20		
Cascara de frutas, vegetales. (Cocina)	9.43	9.43		
Recipientes de comida	0.282			0.282
RESIDUOS DE MADERA	16.31	5.66		10.65
Madera sin contaminantes	5.66	5.66		
Madera contaminada	10.65			10.65
RESIDUOS DE VIDRIO	1.34			1.34
Vidrios varios	1.34			1.34
RESIDUOS PLÁSTICOS	5.28		5.28	
Botellas descartables	5.28		5.28	
RESIDUOS DE PAPEL Y CARTÓN	14.05		14.05	
Papel y cartón	14.05		14.05	
RESIDUOS DE METALES	54.38		54.38	
Chatarra metálica	54.38		54.38	
RESIDUOS PELIGROSOS	27.49	19.110		8.38
Trapos hidrocarburos	6.33			6.33
Aceites usados	19.00	19.00		
Cilindros vacíos	0.110	0.110		
Biocontaminado	0.040			0.040
Sacos Big Bag	2.00			2.00
RESIDUOS NO APROVECHABLES	76.23		32.41	43.82
Generales	43.82			43.82
Jebes en desuso	32.41		32.41	
TOTAL RESIDUOS GENERADOS	275.30	104.71	106.12	64.47

Fuente. Elaboración propia, 2022.

La tabla 6 evidenció que los residuos con potencial factible de valorización son residuos orgánicos generados en cocina, el stock de línea y restos de comida equivalente a 79.94 Tn/mes, residuos de madera sin contaminantes equivalente a 5.66Tn/mes, asimismo, dentro de los residuos peligrosos se aprecia que los residuos factibles de valorización son los residuos de aceites usados con 19.00 Tn/mes y los cilindros metálicos con 0.110 Tn/mes. Asimismo, se aprecia residuos factibles de comercialización para su valorización externa como plásticos con 5.28 Tn/mes. Cartón y papel con 14.1 Tn/mes, residuos metálicos con 54.38 Tn/mes y jefes en desuso con 32.41 Tn/mes.

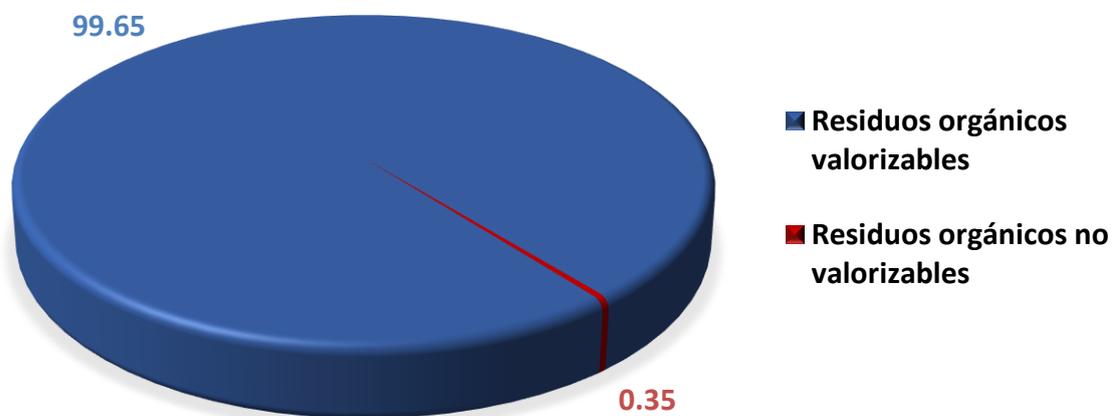


Figura 5. Residuos orgánicos con potencial factible de valorización

La figura 5 evidenció que del 100% de los residuos orgánicos generados en la Unidad Minera Cerro Lindo el 99.65% presenta potencial factible para ingresar a un proceso de valorización, mientras que el 0.35% no presenta potencial factible para un proceso de valorización. Según el análisis realizado estos residuos orgánicos podrán ser valorizados al ingresar a un proceso tecnológico de compostaje.

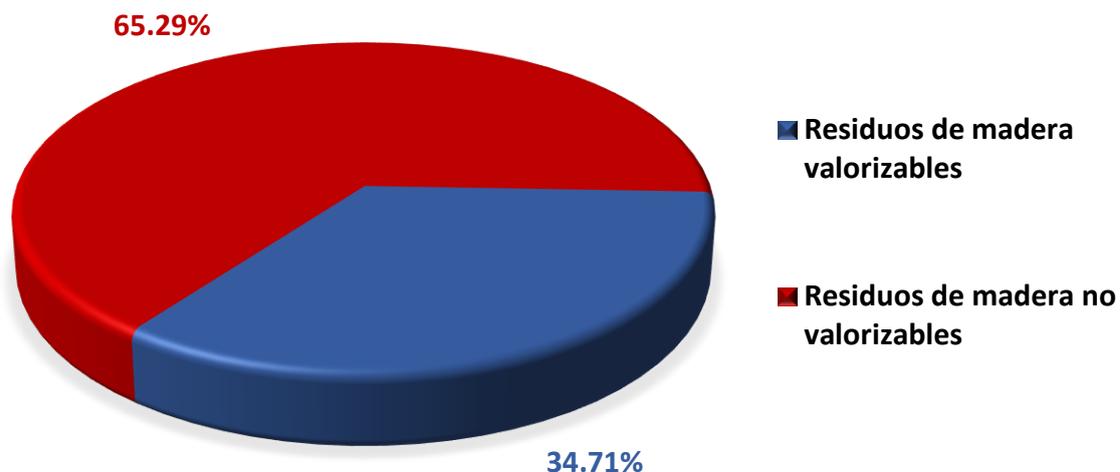


Figura 6. *Residuos de madera con potencial factible de valorización*

La figura 6 evidenció que del 100% de los residuos de madera generados en la Unidad Minera Cerro Lindo, el 65.29% no presenta potencial factible para ingresar a un proceso de valorización, mientras que el 34.71% si presenta potencial factible para su ingreso a un proceso de valorización. Según el análisis realizado el resultado obtenido respecto a los residuos de madera no valorizables se debe a que se ha descartado aquella madera proveniente del área de Planta por presentar elementos contaminantes, seleccionando como residuos de madera valorizables solo aquellos provenientes de las demás áreas que por lo general no presentan elementos contaminantes.

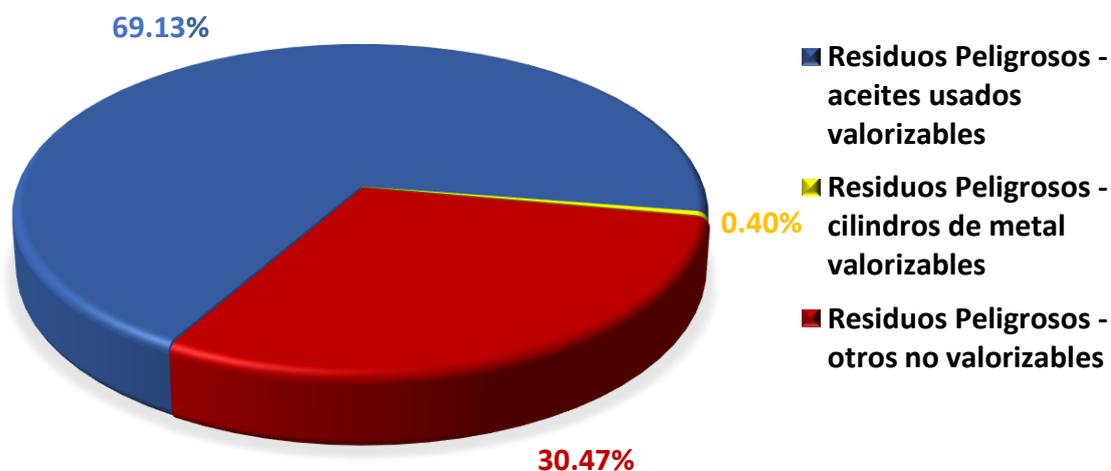


Figura 7. *Residuos peligrosos con potencial factible de valorización*

La figura 7 evidenció que del 100% de los residuos de peligrosos generados en la Unidad Minera Cerro Lindo, el 69.13% corresponde a aceites usados los cuales presentan potencial factible para ingresar a un proceso de valorización, del mismo modo existe un 0.40% de cilindros de metal que también son factibles de valorización, mientras que el 30.47% del resto de residuos peligrosos no presenta potencial factible para su ingreso a un proceso de valorización. En tal sentido, se tiene un 69.43% de residuos peligrosos factibles de valorización.

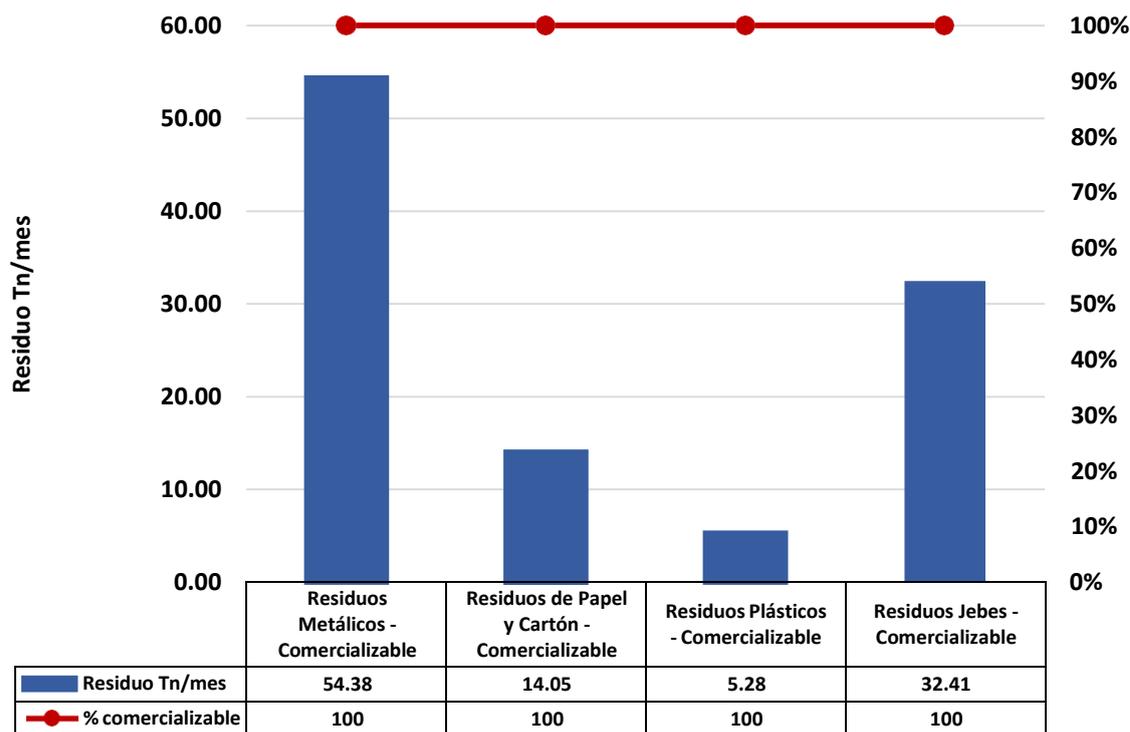


Figura 8. Residuos con potencial factible de comercialización para una valorización externa

La figura 8 evidencia que existen 4 tipos de residuos que tienen potencial factible de comercialización en un 100% para ser valorizados de forma externa por otras empresas que procesan este tipo de residuos. En tal sentido, se observa que se tiene 54.38 Tn/mes de residuo metálico con potencial de comercialización, 14.05 Tn/mes de papel, cartón comercializable y 5.28 Tn/mes de plástico y 32.41 Tn/mes. El análisis nos permite inferir que estos residuos fácilmente podrían pagar en gran parte su costo de transporte, disminuyendo en gran medida los costos de gestión integral de residuos y contribuyendo a que dichos residuos retornen nuevamente al ciclo productivo a través de la valorización externa.

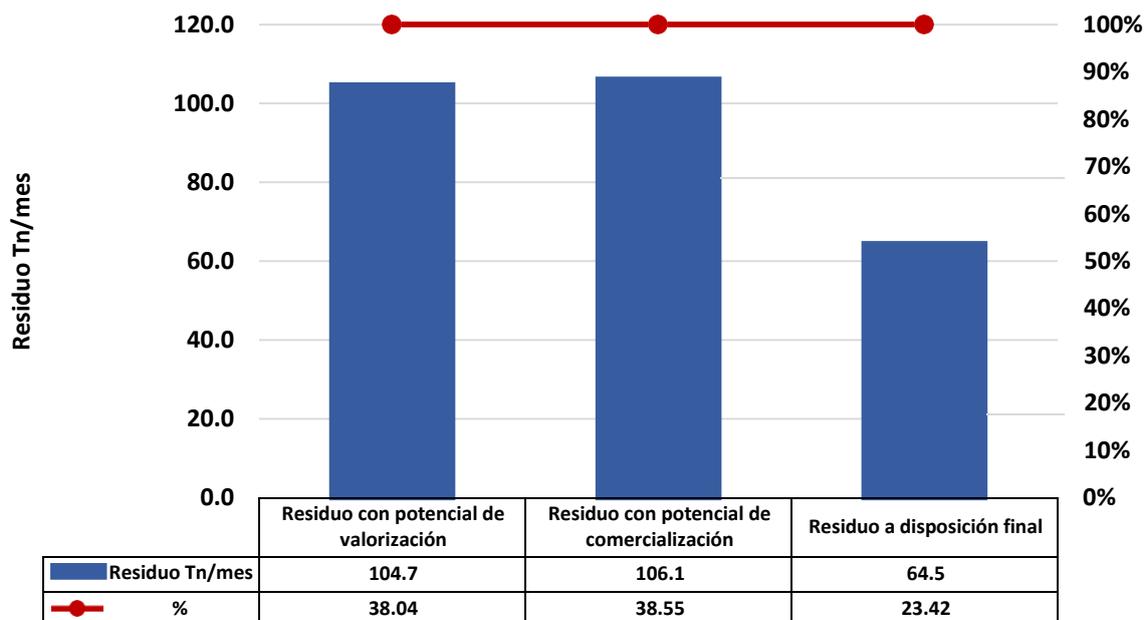


Figura 9. Gráfica general de residuos con potencial de valorización, comercialización y disposición final

La figura 9 evidencia que del total de residuos industriales generados en la Unidad Minera Cerro Lindo el 38.04% de residuos tienen potencial de valorización, el 38.55% tiene potencial de ser comercializado para su valorización externa, mientras que el 23.42% deberá ser puesto a disposición final.

Tabla 7. Estimación anual de la generación de residuos sólidos

TIPO DE RESIDUO	PROYECCIÓN Tn/año
R. Orgánicos	976.01
R. Madera	198.38
R. Vidrio	16.33
R. Plásticos	64.28
R. Papel y Cartón	170.92
R. Metales	661.57
R. Peligrosos	334.41
R. No Aprovechables	927.44
TOTAL	3349.34

La tabla 7 es una estimación proyectada de la generación de residuos en un año, basada en los resultados del análisis del mes de diciembre de 2021. Se puede apreciar que en un año es posible generar 3349.34 Tn de residuos.

4.3.2. Diseño de la propuesta de valorización de residuos industriales

Ver anexo 5, desarrollo de la propuesta de valorización de residuos industriales.

4.3.3. Determinación del costo-beneficio de la valorización de residuos industriales

A continuación, se presentan los resultados del costo beneficio de la valorización de residuos industriales.

Tabla 8. Análisis de los costos por transporte y disposición final de los residuos industriales sin propuesta de valorización - diciembre 2021

TIPO DE RESIDUO	TN/MES	N° VIAJES	DESTINO	P.U. TRANSPORTE	COSTO TRANSPORTE	P.U. DISPOSICIÓN FINAL	COSTO DISPOSICIÓN FINAL	COSTO TOTAL	COSTO ANUAL PROYECTADO
ORGÁNICOS	80.2	30.0			S/. 6,500.00	S/. 405.15	S/. 32,501.13	S/. 39,001.13	S/. 468,013.60
Restos de comida	79.94	30.0	Trinchera mina	S/. 216.67	S/. 6,500.00	S/. 405.15	S/. 32,501.13	S/. 39,001.13	S/. 468,013.60
Recipientes de comida	0.28								
MADERA	16.31	3.0			S/. 4,800.00	S/. 352.00	S/. 5,741.12	S/. 10,541.12	S/. 126,493.44
M. contaminada	10.65	3.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 4,800.00	S/. 352.00	S/. 5,741.12	S/. 10,541.12	S/. 126,493.44
M. sin contaminar	5.66								
VIDRIO	1.3	1.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 55.00	S/. 73.81	S/. 1,673.81	S/. 20,085.72
PLÁSTICO	5.3	2.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 3,200.00	S/. 55.00	S/. 290.57	S/. 3,490.57	S/. 41,886.78
PAPEL Y CARTÓN	14.0	4.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 6,400.00	S/. 55.00	S/. 772.64	S/. 7,172.64	S/. 86,071.68
METALES	54.4	8.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 12,800.00	S/. 55.00	S/. 2,990.68	S/. 15,790.68	S/. 189,488.16
PELIGROSOS	27.5	5.0			S/. 8,000.00	S/. 352.00	S/. 9,672.96	S/. 17,672.96	S/. 212,075.52
Aceites usados	19.0	2.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 3,200.00	S/. 352.00	S/. 6,726.72	S/. 9,926.72	S/. 119,120.64
Cilindros vacíos	0.110								
Trapos hidrocarburos	6.3								
Biocontaminado	0.040	3.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 4,800.00	S/. 352.00	S/. 2,946.24	S/. 7,746.24	S/. 92,954.88
Sacos Big Bag	2.0								
NO APROVECHABLES	76.2	16.0			S/. 25,600.00		S/. 5,002.90	S/. 30,602.90	S/. 367,234.80
Generales	43.8	11.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 17,600.00	S/. 55.00	S/. 2,410.10	S/. 20,010.10	S/. 240,121.20
Jebes	32.4	5.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 8,000.00	S/. 80.00	S/. 2,592.80	S/. 10,592.80	S/. 127,113.60
TOTAL	275.3	69.0			S/. 68,900.00		S/. 57,045.81	S/. 125,945.81	S/. 1,511,349.70

En la tabla 8 se evidencia que sin la propuesta de valorización las 275.3 toneladas de residuos generadas en diciembre de 2021 por la Unidad Minera Cerro Lindo, ocasionan un costo por transporte de S/. 68,900.00, mientras que el costo por su disposición final es de S/.57,045.81, haciendo un costo total mensual de S/.125,945.81; el costo mensual real permite proyectar un costo estimado anual de S/.1,511,349.70 por conceptos de gestión de transporte y disposición final de los residuos industriales de la minera.

Tabla 9. Análisis de los costos por transporte y disposición final de los residuos industriales con propuesta de valorización

TIPO DE RESIDUO	TN/MES	RESIDUO NO VALORIZABLE	RESIDUO VALORIZABLE	N° VIAJES	DESTINO	P.U. TRANSPORTE	COSTO TRANSPORTE	P.U. DISPOSICIÓN FINAL	COSTO DISPOSICIÓN FINAL	COSTO TOTAL	COSTO ANUAL PROYECTADO
ORGÁNICOS	80.2	0.28	79.94	30.0			S/. 1,850.00	S/. -	S/. -	S/. 1,850.00	S/. 22,200.00
Restos de comida	79.94		79.94	30.0	Patio de Compost	S/. 61.67	S/. 1,850.00	S/. -	S/. -	S/. 1,850.00	S/. 22,200.00
Recipientes comida	0.28	0.28			Patio No aprovechable	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
MADERA	16.31	10.65	5.66	3.0			S/. 3,200.00		S/. 3,748.80	S/. 6,948.80	S/. 83,385.60
M. contaminada	10.65	10.65		2	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 3,200.00	S/. 352.00	S/. 3,748.80	S/. 6,948.80	S/. 83,385.60
M. sin contaminar	5.66		5.66	1	Taller Carpintería	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -	S/. -
VIDRIO	1.3	1.3		1.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00	S/. 55.00	S/. 73.81	S/. 1,673.81	S/. 20,085.72
PLÁSTICO	5.3	5.3	5.3	2.0	Inconmed S.A.C	S/. 1,600.00	S/. 3,200.00	S/. -	S/. -	S/. 3,200.00	S/. 38,400.00
PAPEL Y CARTÓN	14.0	14	14	4.0	Inconmed S.A.C	S/. 1,600.00	S/. 6,400.00	S/. -	S/. -	S/. 6,400.00	S/. 76,800.00
METALES	54.4	54.4	54.4	8.0	Inconmed S.A.C	S/. 1,600.00	S/. 12,800.00	S/. -	S/. -	S/. 12,800.00	S/. 153,600.00
PELIGROSOS	27.5	8.34	19.11	5.0		S/. 1,600.00	S/. 8,000.00		S/. 2,946.24	S/. 10,946.24	S/. 131,354.88
Aceites usados	19.0		19.00	2.0	CM Ampco	S/. 1,600.00	S/. 3,200.00	S/. -	S/. -	S/. 3,200.00	S/. 38,400.00
Cilindros vacíos	0.11		0.11								
Trapos hidrocarburos	6.3	6.3									
Biocontaminado	0.040	0.040		3.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 4,800.00	S/. 352.00	S/. 2,946.24	S/. 7,746.24	S/. 92,954.88
Sacos Big Bag	2.0	2.0									
NO APROVECHABLES	76.2	43.8	32.4	16.0			S/. 25,600.00		S/. 2,410.10	S/. 28,010.10	S/. 336,121.20
Generales	43.8			11.0	Tower & Tower	S/. 1,600.00	S/. 17,600.00	S/. 55.00	S/. 2,410.10	S/. 20,010.10	S/. 240,121.20
Jebes	32.4		32.4	5.0	Comunidad Chavín-Topara	S/. 1,600.00	S/. 8,000.00	S/. -	S/. -	S/. 8,000.00	S/. 96,000.00
TOTAL	275.3	64.46	210.83	69.0			S/. 62,650.00		S/. 9,178.95	S/. 71,828.95	S/. 861,947.40

En la tabla 9 se evidencia que con la propuesta de valorización las 275.3 toneladas de residuos industriales, generadas por la Unidad Minera Cerro Lindo, ocasionan un costo por transporte de S/. 62,650.00, mientras que el costo por su disposición final es de S/. 9,178.95, haciendo un costo total mensual de S/. 71,828.95; este costo mensual a partir de la propuesta de valorización permite proyectar un costo estimado anual de S/. 861,947.40 por transporte y disposición final de los residuos industriales de la minera.

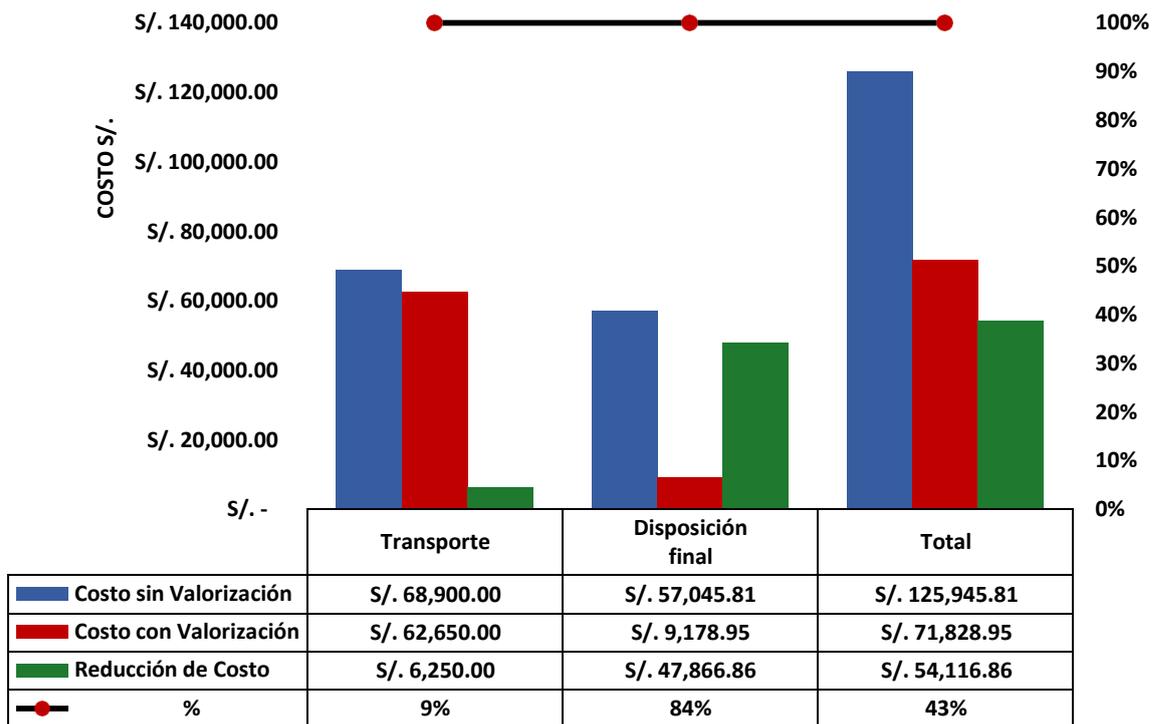


Figura 10. Análisis comparativo de costos de transporte y disposición final sin propuesta y con propuesta de valorización en el mes de diciembre de 2021.

La figura 10 evidencia que el costo en el transporte de residuos industriales se reduce en un 9% con la propuesta de valorización, mientras que el costo por disposición final se reduce en un 84%. Asimismo, se observa que los costos totales por gestión de transporte y disposición final de los residuos se reducen en un 43% en la Unidad Minera Cerro Lindo durante el periodo del mes de diciembre.

Tabla 10

Análisis de los costos por implementación del taller de carpintería

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO
Maestro carpintero	1	año	S/. 37,800.00
HERRAMIENTAS	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	COSTO
Regla de aluminio	1	24"	S/. 32.90
Nivel de carpintero	1	22"	S/. 49.90
Serrucho profesional	1	22"	S/. 119.00
Martillo uña pulido	1	20 OZ	S/. 30.90
Pata de cabra	1	1" x 1.20	S/. 72.00
Juego de escuadras	1	12" 10" 8" 6"	S/. 175.00
Juego de formones	1	1/2" 3/4" 1"	S/. 179.00
Cepillo global # 4	1	248 mm	S/. 110.50
Amoladora a batería	1	4 1/2"	S/. 450.00
Lijadora a batería	1	1/4"	S/. 215.90
MATERIALES REPUESTOS E INSUMOS	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	COSTO
Materiales Varios	Gbl	-	S/. 1,600.00
Repuestos varios	Gbl	-	S/. 2,550.90
TOTAL			S/. 43,385.10

La tabla 10 evidencia los costos en los que se incurre la implementación y operación del taller de carpintería con proyección a mantenerse operativo durante un periodo de un año, monto que asciende a los S/. 43,385.10.



Figura 11. Registro fotográfico taller de carpintería.

Tabla 11

Análisis de los costos por implementación del patio de compost

MANO DE OBRA	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO
Operarios	2	año	S/. 75,600.00
HERRAMIENTAS	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	COSTO
Palas	6	1.5 Kg	S/. 450.00
Carretillas	4	22"	S/. 1,100.00
Picos	6	15"	S/. 330.00
Rastrillo	6	16 dientes	S/. 280.00
Medidor de PH	1	Multiparámetro	S/. 275.00
MATERIALES REPUESTOS E INSUMOS	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	COSTO
Materiales varios	Gbl	-	S/. 2,600.00
Insumos varios	Gbl	-	S/. 1,550.00
INFRAESTRUCTURA	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES	COSTO
Acondicionamiento Patio de Compost	Gbl	600 m ²	S/. 25,550.00
TOTAL			S/. 107,735.00

La tabla 11 evidencia los costos en los que se incurre para la implementación y operación del patio de compostaje en un periodo de un año, monto que asciende a los S/. 107,735.00.

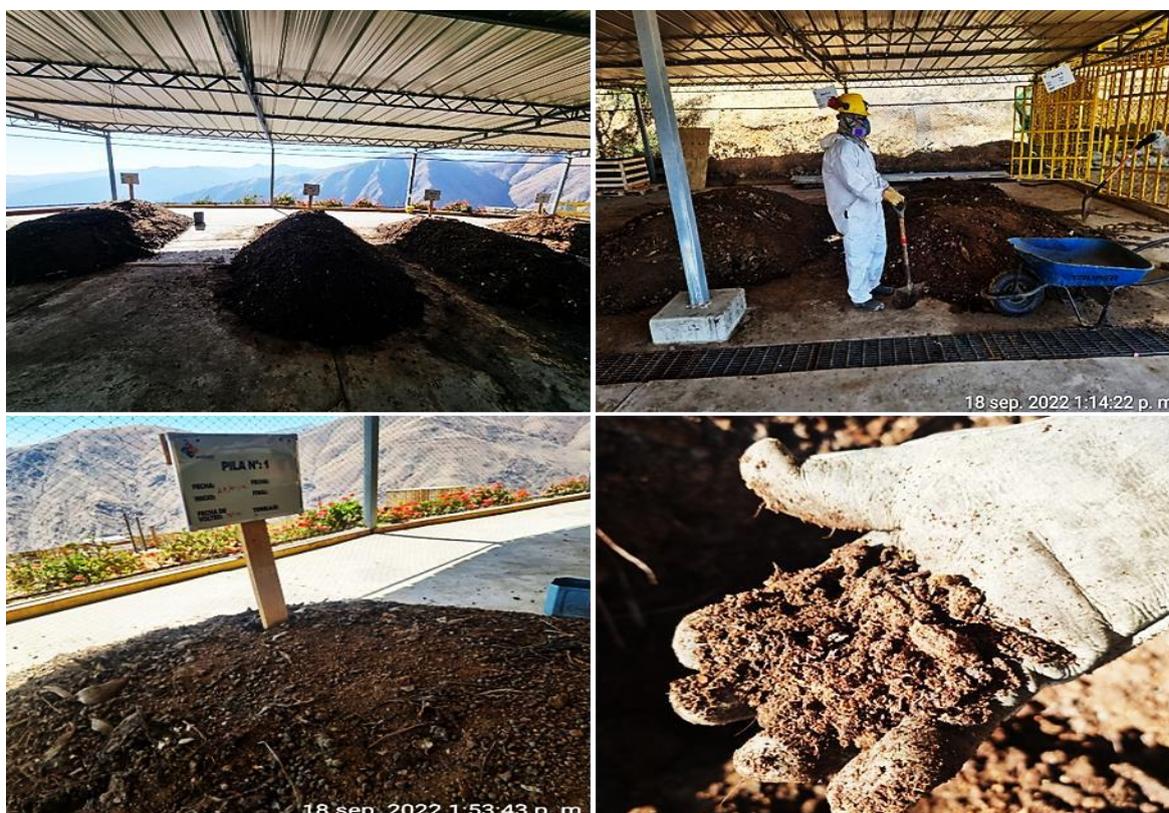


Figura 12. Registro fotográfico patio de compost.

Tabla 12

Estimado de ingreso económico proyectado por comercialización de residuos para su valorización externa según análisis del periodo diciembre 2021

RESIDUO COMERCIALIZADO	CANTIDAD TN	P.U. TONELADA	INGRESO MENSUAL	INGRESO ANUAL PROYECTADO
Plástico	5.28	S/. 400.00	S/. 2,113.20	S/. 25,358.40
Papel y Cartón	14.05	S/. 200.00	S/. 2,809.60	S/. 33,715.20
Metales	54.38	S/. 100.00	S/. 5,437.60	S/. 65,251.20
Aceites	19.11	S/. 200.00	S/. 3,822.00	S/. 45,864.00
Jebes	32.41	S/. -	S/. -	S/. -
		TOTAL	S/. 14,182.40	S/. 170,188.80

La tabla 12 evidencia que, con la propuesta, la comercialización de residuos para su valorización externa genera un ingreso económico de S/. 14,182.40 mensuales, el cual sirve para amortizar los costos generados por el transporte y disposición final de los residuos industriales de la Unidad Minera Cerro Lindo que no pueden ser valorizados; asimismo, su proyección anual es de S/. 170,188.80.

Tabla 13

Estimado del costo operacional anual proyectado para la valorización de residuos a través del reciclaje de madera y compostaje de orgánicos

	MANO DE OBRA	MATERIALES- REPUESTOS-INSUMOS	INFRAESTRUCTURA	EGRESO ANUAL
Taller de carpintería	S/.37,800.00	S/.4,150.00	S/. -	S/.41,950.00
Patio de compostaje	S/.75,600.00	S/.4,150.00	S/. -	S/.79,750.00
TOTAL	S/.113,400.00	S/.8,300.00	S/. -	S/.121,700.00

La tabla 13 evidencia el costo operacional anual estimado en los que incurre la propuesta de valorización, el cual asciende a un monto de S/.121,700.00 por año. El monto resulta menor al costo de inversión inicial dado que no contempla los costos fijos de infraestructura y equipo inicial detallados en las tablas 11 y 12.

Tabla 14*Estimado de ingreso anual proyectado por la valorización de residuos industriales*

ITEM	INGRESO MENSUAL PROYECTADO	INGRESO ANUAL PROYECTADO
Ahorro por reducción de costo de transporte	S/. 6,250.00	S/. 75,000.00
Ahorro por reducción de costo de disposición final	S/. 47,866.86	S/. 574,402.30
Comercialización de residuos	S/. 14,182.40	S/. 170,188.80
TOTAL	S/. 68,299.26	S/. 819,591.10

En la tabla 14 se evidencia el ingreso anual estimado que se obtiene con la propuesta de valorización, el cual es un monto que asciende a S/.819,591.10 por año. Se contempla como ingreso.

Tabla 15. Análisis del Beneficio/Costo de la propuesta de valorización de residuos

FLUJO DE CAJA				
Inversión inicial	S/. 151,120.10			
Tasa de descuento	15%			
AÑO	INVERSIÓN	INGRESOS	EGRESOS	FCA
0	S/. 151,120.10	S/. -	S/. -	S/. -151,120.10
1		S/. 819,591.10	S/. 121,700.00	S/. 697,891.10
2		S/. 819,591.10	S/. 121,700.00	S/. 697,891.10
3		S/. 819,591.10	S/. 121,700.00	S/. 697,891.10
4		S/. 819,591.10	S/. 121,700.00	S/. 697,891.10
5		S/. 819,591.10	S/. 121,700.00	S/. 697,891.10
Suma de ingresos (VAN)		S/. 2,389,040.41		Si B/C < 1 No es factible
Suma de egresos (VAN)		S/. 354,745.46		Si B/C = 1 Es indiferente
Costos - inversión		S/. 505,865.56		Si B/C > 1 Es factible
Beneficio/Costo		S/. 4.72		

La tabla 15 evidencia que el Beneficio/Costo de la propuesta de valorización de residuos industriales para la Unidad Minera Cerro Lindo es S/. 4.72; según los criterios del Beneficio/Costo, la propuesta resulta factible y genera beneficios. Asimismo, se observa que la propuesta de valorización permite a la empresa recuperar S/. 697,891.10 anuales de los costos generados por transporte y disposición final de sus residuos industriales.

V. DISCUSIONES

En relación a la caracterización de residuos industriales se pudo determinar que la fuente generadora que mayores residuos industriales generan son el área DHO-comedor y el área de mina, asimismo, en cuanto al tipo de residuo se tiene que los residuos orgánicos son el tipo de residuo que más prevalece con 80.22 Tn/mes, seguido de los residuos no aprovechables (en su mayoría jebes) con 76.23 Tn/mes y los residuos metálicos con 54.38 Tn/mes. Estos residuos son importantes dentro de un proceso de valorización puesto que permitiría disminuir su ingreso a disposición final empleando técnicas de compostaje para el residuo orgánico, reciclaje para el residuo metálico y el aprovechamiento del jebe que es considerado como no aprovechable. Rincón ya había revelado en su estudio que la producción de acero a base de chatarra ferrosa contribuye a disminuir en un 97% los desechos mineros, asimismo reduce en un 86% y 76% la emisión de contaminantes al aire y agua respectivamente.

Respecto a determinar cuales son los procesos de gestión integral de los residuos industriales en la Unidad Minera Cerro Lindo se observó que se existe un plan de segregación de residuos en la fuente el cual se ejecuta al 100%, no obstante, en algunas áreas los contenedores de residuo no son suficientes y rebazan su capacidad. Respecto al almacenamiento existe un almacenamiento primario y otro central al 100%, no obstante, las áreas de almacenamiento central no se encontrarán muy ordenadas y limpias, situación que afecta el proceso de segregación de residuos. La recolección y transporte externo de residuos para disposición final se da en un 70.86% en los 3 procesos de manejo mientras que solo un 29.14% pasa a disposición final en el micro relleno sanitario en mina. El trabajo de Hernández señalaba que las acciones de mejora en los planes de manejo de residuos sólidos permitieron optimizar la gestión de un 25% a un 89%, concluyendo que es importante implementar dispositivos para la segregación puesto que estos optimizan el plan de residuos sólidos y la valorización de los mismos.

En cuanto de determinar los residuos industriales con potencial factible para el diseño de una propuesta de valorización se encontró que el 99.65% de los residuos orgánicos generados es valorizable a través del compostaje para el mejoramiento

de suelos y la revegetación de las áreas de influencia de la mina, el 34.71% de los residuos de madera generados es valorizable a través del reciclaje y reaprovechamiento en la fabricación de mobiliario para uso interno de la mina, el 69.53% de los residuos peligrosos provenientes de aceites usados y el 0.40% de cilindros contaminados pueden ser comercializados para una valorización externa, de igual forma se encontró que el 100% de residuos metálicos, plásticos, jebes, papel y cartón en desuso son comercializables para una valorización externa; el beneficio/costo que se crea con la propuesta de valorización es de S/. 4.72, monto representa un beneficio económico anual para la Unidad Minera Cerro Lindo de S/. 697,891.10 por el ahorro generado debido a la disminución de los costos en los que incurría por conceptos de transporte y disposición final. Crisóstomo en su estudio pudo determinar que de 96.68 Tn de residuos generados en una mina, solo eran aprovechables el 7.5%, siendo no aprovechables el 92.5%, tras la intervención de un plan de tratamiento de residuos consiguió reducir el porcentaje de los residuos no aprovechables a 30%, siendo esto positivo para la administración de residuos de la empresa minera. Al igual que la presente investigación, Cano en su estudio encontró que los residuos orgánicos son los que más se generan dentro de una mina, seguido de los residuos metálicos; asimismo, Infantes logró valorizar el aceite residual como insumo en la elaboración de ANFO, reduciendo los costos de voladura, por lo cual concluyó que la valorización de los aceites residuales es factible y pueden ser empleados en mezclas explosivas y generar un ahorro económico.

VI. CONCLUSIONES

El diseño de la propuesta de valorización de residuos industriales en la Unidad Minera Cerro Lindo, permitirá reducir los costos por conceptos de transporte y disposición final de residuos en un 43% y percibir un ingreso de S/. 170,188.80 por comercialización de residuos, ahorro que permite obtener un beneficio económico anual de S/. 697,891.10. equivalente a un Beneficio/Costo de S/. 4.72, valor que nos indica que la propuesta de valorización es factible y rentable económicamente; desde la perspectiva ambiental la propuesta de valorización permite reducir la contaminación al ambiente con CO₂ y evita que se degrade las áreas donde serán dispuestos, asimismo, disminuye el impacto en la extracción de los recursos naturales, dado que los residuos a partir del reciclaje y compostaje se reingresan al ciclo productivo, evitando así, depredar nuestros recursos para la extracción de materias prima vírgenes

Las fuentes que generan mayores residuos en la Unidad Minera Cerro Lindo son las áreas DHO-Comedor, Mina, Planta, Mantenimiento e Infraestructura; la cantidad de residuos industriales generados se dan en el siguiente orden de mayor a menor: residuos orgánicos 80.2 Tn/mes, residuos no aprovechables 76.2 Tn/mes, residuos metálicos 54.4 Tn/mes, residuos peligrosos 27.5 Tn/mes, residuos de madera 16.3 Tn/mes, y residuos de cartón y papel 14.02 Tn/mes, residuos plásticos 5.3 Tn/mes y residuos de vidrio 1.3 Tn/mes.

La Unidad Minera Cerro Lindo como parte de su gestión integral segrega y almacena el 100% de sus residuos, aunque se necesita mejorar la capacidad de sus contenedores para que esta sea más ordenada, el 70.86% de sus residuos son recolectados, transportados y puestos a disposición final en un relleno sanitario autorizado, mientras que el 29.14% es puesto a disposición final en una trinchera acondicionada en mina. Se determinó que la gestión integral de residuos no contemplaba en su gestión de residuos el proceso de valorización, lo que estaba ocasionando que se envíen 275.3 Tn/mes de residuos a disposición final, generando costos por conceptos de transporte y disposición final por un valor de S/. 1,511,349.70, y que, pese a ir a rellenos sanitarios autorizados generan un impacto negativo al medio al medio ambiente, dado que aún existen emisiones de CO₂ y ocupan m³ de áreas para su disposición final.

Se determinó los residuos factibles de valorización y las técnicas a emplear, tales como el compostaje a través del cual se dará tratamiento al 99.65% de los residuos orgánicos equivalentes a 79.94 Tn/mes; el reciclaje a través del cual se dará tratamiento al 34.71% de residuos de madera equivalentes a 5.66 Tn/mes; y la gestión de comercialización para valorización externa del 63.53% de los residuos peligrosos correspondientes a 19.00 Tn/mes de aceites residuales y 0.11 Tn/mes de los cilindros que los contienen, además, se comercializará el 100% de residuos metálicos equivalentes a 54.38 Tn/mes, plásticos equivalente a 5.28 Tn/mes, papel, cartón equivalente a 14.05 Tn/mes y jebes en desuso equivalentes a 32.41 Tn/mes, todo ello permitirá reducir costos de transporte y disposición final en un 43%, teniendo un impacto positivo en el medio ambiente al retornar los residuos al ciclo productivo como materias prima, generando una economía circular que preserva nuestro recursos naturales y reduce la contaminación ambiental.

VII. RECOMENDACIONES

La Unidad Minera Cerro Lindo deberá mantener acciones que permitan promover y concientizar a sus trabajadores en el manejo responsable de sus residuos, incentivando la correcta segregación selectiva de los mismos en cada fuente de generación a fin de que la propuesta de valorización no presente inconvenientes que perjudiquen el proceso de valorización de los residuos, debido a una incorrecta segregación de los mismos.

Las propiedades del compostaje deben ser evaluadas para determinar si cumplen con los estándares óptimos de calidad, a fin de plantear su inserción en el mercado como alternativa de venta de abono ecológica y de esta manera generar mayores ingresos que amortigüen los costos de gestión de residuos industriales en la Unidad Minera Cerro Lindo.

El compostaje de los residuos orgánicos debe ser donado a las comunidades de influencia al proyecto para el mejoramiento de sus suelos y cultivos. De igual forma la fabricación de mobiliario a fin de contribuir con carpetas para los colegios y programas sociales. Esto mejora la imagen y responsabilidad social de la empresa ante las comunidades de influencia a la mina y evita posibles conflictos sociales.

Se debe evaluar como alternativa de valorización el proceso técnico de lombricultura de los residuos orgánicos a fin de mejorar las propiedades del abono orgánico. Asimismo, implementar biodigestores que generen biogás y abono líquido.

Se debe implementar la instalación de una prensa en mina, que permita reducir el volumen de los residuos plásticos, papel y cartón a fin de que ocupen un menor volumen en los vehículos de transporte y se reduzca el costo de su transporte.

REFERENCIAS

- ANEFA. Gestión de residuos en explotaciones mineras a cielo abierto (s.f).
Disponible en: <https://www.larioja.org/industria-energia/es/minas/jornadas-estudios-publicaciones-tecnicas/gestion-residuos-explotaciones-mineras-cielo-abierto>
- BAUTISTA Mejía, Aner. Caracterización y valorización de residuos metálicos en el Botadero 28 de la Compañía Minera Antapaccay, Espinar-Cuzco, durante el año 2019-2020. Tesis de Grado. Universidad Privada del Norte. Facultad de Ingeniería, Cajamarca, Perú, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/24819>
- BONILLA Chango, Mario y NUÑEZ Vásquez, Diego. Plan de manejo ambiental de los residuos sólidos de la ciudad de Logroño. Tesis de Maestría. Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Tierra. Sangolqui, Ecuador, 2012. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6341>
- CANO Carbajal, Percy. Gestión de residuos sólidos no peligrosos en la Compañía Minera Antamina S.A. durante los años 2010 al 2012, San Marcos - Huari - Ancash. (Tesis de grado) Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, Huacho, Perú, 2019. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/2633>
- CASTAÑEDA Ruiz, Hugo (et.al.). Reflexiones sobre la ética de la investigación en Colombia. Revista El Ágora USB [en línea], 20(2), 2020. Págs. 283-297. E-ISSN: 2665-3354. Disponible en: doi: 10.21500/16578031.5144
- COILA Quispe, Víctor (et. al). Plan de negocio: Uso de gránulos de caucho en aplicaciones de voladura controlada en minería superficial. (Tesis de Maestría) Universidad ESAN, Programa de Maestría en Administración, Lima, Perú, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12640/2100>
- CRISÓSTOMO Centeno, Milcíades. 2021. Elaboración y evaluación del plan de minimización y manejo de residuos sólidos en la Minera Chalhuané, 2021. (Tesis de Grado) Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Lima, Perú, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73105>

DECRETO Legislativo N°1278, Ley Integral de Residuos Sólidos. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú 23 de diciembre de 2016,

ELÍAS Castells, Xavier. Residuos sólidos Industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. 2 edición. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S.A., 2012. ISBN: 978-84-9969-366-8. Disponible en: https://www.academia.edu/36878627/RECICLAJE_DE_RESIDUOS_INDUSTRIALES_Residuos_s%C3%B3lidos_urbanos_y_fangos_de_depuradora

HERNÁNDEZ Egoavil, Margarita. Análisis del plan de manejo de residuos sólidos y propuesta de mejora en la unidad minera americana, Compañía Minera Casapalca SA-2019. (Tesis de Grado) Universidad Continental, Facultad de Ingeniería. Huancayo, Perú, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8373>

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto y MENDOZA Torres, Christian. Metodología de la Investigación: Las Rutas Cuantitativa, Cualitativa y Mixta. Sexta Edición. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., 2018. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

INFANTES Roque, Dámaris. Reaprovechamiento de aceite lubricante residual proveniente del área de mantenimiento de la mina en el proceso de voladura de operaciones mineras a tajo abierto. (Tesis de grado) Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería de Procesos, Perú, 2020. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11288>

KAZA, Silpa (et. al.). What a Waste 2.0: una instantánea global de la gestión de residuos sólidos hasta 2050. Desarrollo Urbano. Banco Mundial. Washington, DC, 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10986/30317>

LEITON Rodríguez, Natalia Vanessa y REVELO Maya, Wilson Guillermo. Gestión integral de residuos sólidos en la empresa Cyrgo SAS. Revista Tendencias, Vol. 18, págs. 103-121. 2017. ISSN-e 2539-0554. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6231292>

Ley N°27314, Ley General de Residuos Sólidos. Diario oficial El Peruano, Lima, Perú, 20 de julio de 2000.

MALDONADO Olea, Felipe. Evaluación técnica, económica y ambiental de la reutilización de aceites oleohidráulicos como insumo en detonación mina. Facultad de Ingeniería, Universidad Andrés Bello. Concepción, Chile, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/15482>

MARCELO Calixto, Joel. Manejo integral y sostenible de los residuos sólidos, como prevención de los riesgos ambientales y protección de la salud en la sociedad minera El Brocal S.A.A. Unidad de Producción Colquijirca. (Tesis de Grado) Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería de Minas. Cerro de Pasco, Perú, 2018. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/523>

MARIMÓN Santos, Jorge. Valorización de residuos industriales en el desarrollo de técnicas de tratamiento innovadoras en suelos contaminados de la región de Murcia. Universidad de Murcia, Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología. Murcia, 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10803/369036>

MENDOZA Conti, Marco. Elaboración de un plan de manejo de residuos sólidos para el proyecto Electrical and Instrumentation Crushing and Conveying en la unidad de expansión productiva de sociedad minera Cerro Verde Cvpue. (Tesis de Grado) Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos. Arequipa, Perú, 2017. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2570>

MENDOZA Jiménez, Cecilia. Plan de minimización y manejo de residuos sólidos para una planta cementera en Piura. (Tesis de Grado) Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería - Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas. Piura, Perú, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/4051>

MERCHÁN Guillén, Francisco. Elaboración de un plan de gestión de desechos sólidos de un yacimiento mineros de lastre a cielo abierto en la comunidad Ayaloma del Cantón Nabón. (Tesis de Grado) Universidad Estatal de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca, Ecuador, 2015. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21860>

MINISTERIO de Desarrollo Productivo - Argentina. Gestión racional de residuos mineros. Buenos Aires, Argentina. Secretaria de Minería, 2021. Disponible en: <https://www.boletinoficial.gob.ar/detalleAviso/primera/245991/20210624>

MINISTERIO del Ambiente - MINAM. Guía de capacitación a recicladores para su inserción en los Programas de Formalización Municipal. Lima, Perú, 2010. Editorial Super Gráfica E.I.R.L. Disponible en: <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/336>

MINISTERIO del Ambiente - MINAM. Aprende a prevenir los efectos del mercurio módulo 2: Residuos y áreas verdes. Lima, Perú, 2016. ISBN: 2016-13439. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/aprende-prevenir-efectos-mercurio-modulo-2-residuos-areas-verdes>

MINISTERIO del Ambiente - MINAM. Decreto Supremo N°014-2017-MINAM, Reglamento del Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 2017.

MINISTERIO del Medio Ambiente. Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente. Gobierno de Chile. Santiago de Chile, 2021. Disponible en: <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/01/REMA2021.pdf>

MUÑOZ, Carlos. Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. 2da. México: Pearson Education, 2015. ISBN: 9786073204569.

ONLINE Cosmo. 2022. cosmos.com.mx. [En línea] 12 de abril de 2022. Disponible en: <https://n9.cl/cjm-asesores>.

ORGANISMO de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial. Lima, Perú, 2014. Disponible en: <https://www.oefa.gob.pe/publicaciones/libro-residuos-solidos/>

RINCÓN García, Yenifer. Aplicación de la logística inversa en el proceso de reutilización de metales en Colombia. (Tesis de Grado) Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/27229>

RUIZ López, Esteban. Valorización de los residuos industriales en organizaciones del sector minero - energético y su impacto en el medio ambiente. (Tesis de Grado) Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad - Faries. Bogotá D.C., Colombia, 2019. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/32428>

SOLORZANO, Gustavo. Gestión integral de los residuos sólidos urbanos [en línea]. México: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental – AIDIS, 2018. Capítulo 9. Economía circular y perspectivas de futuro. págs. 182-187. Disponible en: <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/GESTION-INTEGRAL-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-URBANOS-LIBRO-AIDIS.pdf>

VALDÉS López, Alejandro, LÓPEZ Batista, Eduardo y ALONSO Aguilera, Adriana. Gestión de residuos industriales y sostenibilidad. Necesidad de un enfoque de economía ecológica. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos, Vol. 11, págs. 424-435. 2019. ISSN: 2218-3620. Disponible en: <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

Anexo 2

Matriz de operacionalización de variable

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	INSTRUMENTOS
Variable Independiente: Residuos industriales	Procesos que involucra una serie de ensayos analíticos que permiten determinar el contenido de una sustancia o desecho a través de acciones individuales o con equipos especializados que entregan un resultado concreto. (Online Cosmo, 2022)	Proceso que involucra un diagnóstico en cuanto a la caracterización y gestión de los residuos industriales y su posible impacto al medio ambiente	• Parámetros de caracterización de los residuos	• Fuente y Cantidad generada	Nominal	Guías de observación N°1
			• Gestión de los residuos	• Composición	Nominal	Guías de observación N°1
				• Procesos operacionales de gestión de residuos, según normativa	Nominal	
Variable Dependiente: Propuesta de valorización	Descripción detallada y concreta de cómo se debe abordar la valorización, entendiéndose esta como la operación cuyo resultado principal es que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que, de otro modo, se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general (Monguet 2013; Marimón, 2015).	Proceso que describe, detalla y determina la utilidad de los residuos industriales generados en la Unidad Minera Cerro Lindo.	• Potencial de valorización de los residuos industriales orgánicos	• Cantidad de residuos industriales orgánicos con potencial para la elaboración de compostaje	Razón	Guías de observación N°2
				• Cantidad de residuos industriales para disposición final.	Razón	Guías de observación N°2
			• Potencial de valorización de los residuos industriales Inorgánicos	• Cantidad de residuos industriales inorgánicos con potencial de reciclaje y reaprovechamiento	Razón	Guías de observación N°2
				• Cantidad de residuos industriales inorgánicos con potencial de comercialización		

Nota: Elaboración propia, 2022.

Anexo 3

Instrumentos de recolección de datos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO N°1

FICHA DE REGISTRO: PESOS PARA EL ANÁLISIS DE FUENTE GENERADORA Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES

Objetivo del instrumento: Caracterizar los residuos industriales de la Unidad Minera Cerro Lindo. Determinar la gestión integral de los residuos industriales de la Unidad Minera Cerro Lindo

Empresa:

Unidad minera:

Área generadora de residuos:

Código fuente:

Instrucción: Considerar para columna gestión del residuo los números que correspondan: 1. Minimización – 2. Segregación – 3. Almacenamiento – 4. Recolección – 5.

Transporte – 6. Valorización – 7. Transferencia – 8. Tratamiento – 9. Disposición Final

Instrucción: Considerar para columna tipo de peligrosidad: P = Peligroso - NP = No Peligroso

Tipo de residuo	Tipo de peligrosidad	Gestión del residuo	N° DIAS EVALUADOS								
			Día – 0 (kg)	Día – 1 (kg)	Día – 2 (kg)	Día – 3 (kg)	Día – 4 (kg)	Día – 5 (kg)	Día – 6 (kg)	Día – 7 (kg)	
1. Residuos aprovechables											
1.1. Residuos Orgánicos											
Residuos de alimentos: (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares).											
Residuos de maleza y poda: (restos de flores, hojas, tallos, Grass, otros similares).											
Otros orgánicos: (estiércol de animales menores, huesos y similares)											
1.2. Residuos Inorgánicos											

1.2.1. Papel										
1.2.2. Cartón										
1.2.3. Vidrio										
1.2.4. Plástico										
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)										
1.2.6. Metales										
1.2.7. Textiles (telas)										

1.2.8. Caucho, cuero, jebe										
2. Residuos no aprovechables										
Bolsas plásticas de un solo uso										
Residuos sanitarios: (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)										
Pilas										
Tecnopor: (poliestireno expandido)										
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros										
3. Otros residuos no categorizados										

Nota: Elaboración propia, 2022.



Objetivo del instrumento: Determinar los residuos industriales factibles de valorización de la Unidad Minera Cerro Lindo

Empresa:

Unidad minera:

Área generadora de residuos:

Código fuente:

Tipo de residuo	Cantidad de residuo factible de reaprovechar en mina	Cantidad de residuo factible de comercializar	Cantidad de residuo factible para su disposición final
1. Residuos aprovechables			
1.1. Residuos Orgánicos			
Residuos de alimentos: (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares).			
Residuos de maleza y poda: (restos de flores, hojas, tallos, Grass, otros similares).			
Otros orgánicos: (estiércol de animales menores, huesos y similares)			
1.2. Residuos Inorgánicos			
1.2.1. Papel			

1.2.2. Cartón			
1.2.3. Vidrio			
1.2.4. Plástico			
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)			
1.2.6. Metales			
1.2.7. Textiles (telas)			
1.2.8. Caucho, cuero, jebe			

2. Residuos no aprovechables			
Bolsas plásticas de un solo uso			
Residuos sanitarios: (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)			
Pilas			
Tecnopor: (poliestireno expandido)			
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros			
3. Otros residuos no categorizados			

Nota: Elaboración propia, 2022.

Anexo 4 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS



Universidad César Vallejo

SOLICITUD: Validación de instrumento
de recojo de información

Ing.

Yo Villanueva Oblitas Brithwaldo Rafael, identificado con DNI N° -----, alumno del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto.

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para tesis que vengo elaborando titulada: Residuos industriales para una propuesta de valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, Chincha, Ica, 2022, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización

Por tanto

A usted, ruego acceder a mi petición

VALIDACION DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:
- 1.2. Cargo o institución donde labora:
- 1.3. Especialidad o línea de investigación:
- 1.4. Nombre del instrumento: Lista de observación
- 1.5. Autor (a) del instrumento:

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMO ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación

- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Nombres y apellidos: _____

CIP: _____

Lima. 03 de octubre de 2022.

**FICHA DE REGISTRO: PESOS PARA EL ANÁLISIS DE FUENTE GENERADORA
Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES**

Objetivo del instrumento: 1. Caracterizar los residuos industriales de la Unidad Minera Cerro Lindo.
2. Determinar la gestión integral de los residuos industriales de la Unidad Minera Cerro Lindo

Empresa:

Unidad minera:

Área generadora de residuos:

Código fuente:

Instrucción: Considerar para columna gestión del residuo los números que correspondan: 1. Minimización – 2. Segregación – 3. Almacenamiento – 4. Recolección – 5. Transporte – 6. Valorización – 7. Transferencia – 8. Tratamiento – 9. Disposición Final

Instrucción: Considerar para columna tipo de peligrosidad: P = Peligroso - NP = No Peligroso

Tipo de residuo	Tipo de peligrosidad	Gestión del residuo	N° DÍAS EVALUADOS							
			Día – 0 (kg)	Día – 1 (kg)	Día – 2 (kg)	Día – 3 (kg)	Día – 4 (kg)	Día – 5 (kg)	Día – 6 (kg)	Día – 7 (kg)
1. Residuos aprovechables										
1.1. Residuos Orgánicos										
Residuos de alimentos: (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares).										
Residuos de maleza y poda: (restos de flores, hojas, tallos, Grass, otros similares).										
Otros orgánicos: (estiércol de animales menores, huesos y similares)										
1.2. Residuos Inorgánicos										
1.2.1. Papel										
1.2.2. Cartón										

1.2.3. Vidrio										
1.2.4. Plástico										
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)										
1.2.6. Metales										
1.2.7. Textiles (telas)										
1.2.8. Caucho, cuero, jebe										
2. Residuos no aprovechables										

Bolsas plásticas de un solo uso										
Residuos sanitarios: (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)										
Pilas										
Tecnopor: (poliestireno expandido)										
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros										
3. Otros residuos no categorizados										

VALIDACION DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

- 5.1. Apellidos y Nombres:
- 5.2. Cargo o institución donde labora:
- 5.3. Especialidad o línea de investigación:
- 5.4. Nombre del instrumento: Lista de observación
- 5.5. Autor (a) del instrumento:

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMO ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la hipótesis													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico													

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento SI cumple con los requisitos para su aplicación

- El instrumento NO cumple con los requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Nombres y apellidos: _____

CIP: _____

Lima. 03 de octubre de 2022.



Objetivo del instrumento: Determinar los residuos industriales factibles de valorización de la
Unidad Minera Cerro Lindo

Empresa:

Unidad minera:

Área generadora de residuos:

Código fuente:

Tipo de residuo	Cantidad de residuo factible de reaprovechar en mina	Cantidad de residuo factible de comercializar	Cantidad de residuo factible para su disposición final
1. Residuos aprovechables			
1.1. Residuos Orgánicos			
Residuos de alimentos: (restos de comida, cáscaras, restos de frutas, verduras, hortalizas y otros similares).			
Residuos de maleza y poda: (restos de flores, hojas, tallos, Grass, otros similares).			
Otros orgánicos: (estiércol de animales menores, huesos y similares)			
1.2. Residuos Inorgánicos			
1.2.1. Papel			
1.2.2. Cartón			

1.2.3. Vidrio			
1.2.4. Plástico			
1.2.5. Tetra brik (envases multicapa)			
1.2.6. Metales			
1.2.7. Textiles (telas)			
1.2.8. Caucho, cuero, jebe			
2. Residuos no aprovechables			

Bolsas plásticas de un solo uso			
Residuos sanitarios: (Papel higiénico/Pañales/toallas sanitarias, excretas de mascotas.)			
Pilas			
Tecopor: (poliestireno expandido)			
Envolturas de snacks, galletas, caramelos, entre otros			
3. Otros residuos no categorizados			

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	INSTRUMENTOS
Variable Independiente: Residuos industriales	Procesos que involucra una serie de ensayos analíticos que permiten determinar el contenido de una sustancia o desecho a través de acciones individuales o con equipos especializados que entregan un resultado concreto. (Online Cosmo, 2022)	Proceso que involucra un diagnóstico en cuanto a la caracterización y gestión de los residuos industriales y su posible impacto al medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Parámetros de caracterización de los residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente y Cantidad generada 	Nominal	Guías de observación N°1
			<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de los residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Composición 	Nominal	Guías de observación N°1
				<ul style="list-style-type: none"> • Procesos operacionales de gestión de residuos, según normativa 	Nominal	
Variable Dependiente: Propuesta de valorización	Descripción detallada y concreta de cómo se debe abordar la valorización, entendiéndose esta como la operación cuyo resultado principal es que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales que, de otro modo, se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general (Monguet 2013; Marimón, 2015).	Proceso que describe, detalla y determina la utilidad de los residuos industriales generados en la Unidad Minera Cerro Lindo.	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de valorización de los residuos industriales orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de residuos industriales orgánicos con potencial para la elaboración de compostaje • Cantidad de residuos industriales para disposición final. 	Razón	Guías de observación N°2
			<ul style="list-style-type: none"> • Potencial de valorización de los residuos industriales Inorgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de residuos industriales inorgánicos con potencial de reciclaje y reaprovechamiento • Cantidad de residuos industriales inorgánicos con potencial de comercialización 	Razón	Guías de observación N°2
					Razón	Guías de observación N°2

Anexo 5 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

PROPUESTA DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS INDUSTRIALES

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

Datos del titular: Nexa Resources Perú S.A.A. - **RUC:** 20100110513

Complejo Minero: Unidad Minera Cerro Lindo

Localización: Distrito de Chavín, Provincia de Chincha, Región Ica, al SE de Lima.

Coordenadas Geográficas: Latitud $-13^{\circ}4'25''$; Longitud $-75^{\circ}59'36''$.



Figura 13. Ubicación Unidad Minera Cerro Lindo

En consecuencia y a efectos del estudio realizado al manejo integral de residuos en la Unidad Minera Cerro Lindo de la empresa Nexa Resources, se presenta la propuesta de valorización de residuos industriales, en cumplimiento de la normativa legal dispuesta en el Decreto Legislativo N°1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que en su artículo 2 señala que tras la generación de residuos se debe buscar la valorización material o energética de los mismos, a través de alternativas de reutilización, reciclaje compostaje, entre otras que contribuyan a minimizar los impactos que deterioren al medio ambiente y la salud de la población.

1.2. Alcance

La valorización de residuos industriales se gestionará en las instalaciones de la Unidad Minera Cerro Lindo y su alcance involucrará a los residuos industriales generados en las áreas del complejo minero, tales como chatarra metálica, plásticos, papel, cartón aceites lubricantes, residuos orgánicos, embalajes, envases entre otros, teniendo como limitación a no ser considerados dentro de la propuesta de valorización los residuos industriales masivos como estériles, lodos, relaves, aguas contaminadas, desmontes, minerales de baja ley y residuos de lixiviación.

1.3. Propósito

Contribuir en la adecuada gestión y manejo responsable de los residuos industriales generados por la empresa, mediante su recuperación y reaprovechamiento, a fin de promover una economía circular donde los residuos sean valorizados y puedan reingresar al ciclo productivo transformados como materia prima alternativa, mejorando así el empleo de los recursos naturales y generando beneficios al medio ambiente, la comunidad poblacional, los trabajadores y la empresa.

1.4. Marco normativo

La propuesta de valorización se desarrolló tomando como base al siguiente marco normativo legal:

- Decreto Ley N° 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, y modificatorias.
- Decreto Supremo N°014-2017 - MINAM – Reglamento del D.L. N°1278
- Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente.
- Norma Técnica Peruana 900.058.2019 – Código de Colores para los Dispositivos de Almacenamiento de Residuos.
- Decreto Supremo N°024-2016-EM – Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, y sus modificatorias.

1.5. Definición de términos

Almacén de residuos: Instalación acondicionada para el almacenaje de residuos provenientes de las áreas administrativas u operacionales de la Unidad Minera Cerro Lindo. El acondicionamiento de almacenaje de la instalación deberá responder al tipo de residuo que almacenará a fin de mantenerlo protegido y seguro

hasta su posterior recolección, tratamiento, transporte o disposición final

Almacenamiento primario: corresponde al almacenaje de forma temporal de los residuos que se generan en los diversos entornos inmediatos de labores de una determinada unidad o área de trabajo, el cual será luego trasladado al almacenamiento central.

Almacenamiento central: corresponde a un almacenaje mayor de residuos que devienen del almacenamiento primario de las diversas áreas de trabajo. Se trata del almacenamiento de residuos previo a su traslado hacia instalaciones o infraestructuras diseñadas para tal fin.

Declaración de manejo de residuos sólidos: Documento técnico administrativo con carácter de declaración jurada, suscrito por el generador de residuos no municipales, mediante el cual declara cómo ha manejado los residuos que están bajo su responsabilidad.

Disposición final: Operación correspondiente a disponer en un lugar específico y adecuado los residuos, esto como parte del proceso final concerniente a su manejo seguro desde la óptica sanitaria y ambiental.

Empresa Operadora de Residuos Sólidos - EO-RS: persona con base jurídica, cuya conformación y función responde a la prestación de servicios de limpieza de vías y espacios públicos, recolección y transporte, transferencia o disposición final de residuos. Asimismo, puede realizar las actividades de comercialización y valorización.

Generador: se trata de cualquier persona natural o jurídica que a razón del ejercicio de sus actividades genera residuos.

Manifiesto de residuos: Documento técnico de gestión administrativa que permite realizar el seguimiento de todos los residuos sólidos peligrosos transportados desde el lugar de generación hasta su disposición final.

Recolección: Acción de recoger los residuos para transferirlos y luego continuar su posterior manejo sanitario de forma segura y ambientalmente adecuada.

Recolección selectiva: Acción de recoger apropiadamente los residuos que han

sido previamente segregados o diferenciados en la fuente, con la finalidad de preservar su calidad con fines de valorización.

Reciclaje: Toda actividad que permite el reaprovechamiento de un residuo a través de un proceso de transformación material para cumplir su fin inicial u otros fines.

Relleno sanitario: Instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos.

Residuos sólidos: Se trata de cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final

Residuos no aprovechables: Son aquellos que no representan valor comercial alguno, requieren tratamiento y disposición final por lo que generan costos de disposición.

Residuos Peligrosos: Son residuos sólidos peligrosos aquéllos que, por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente.

Segregación: Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial

Valorización: Cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética

II. ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACIÓN

2.1. Conformación del equipo de trabajo

El equipo de trabajo estará conformado por personal técnico y operacional del área SSOMA y la Contrata DISAL – Empresa Operadora de Residuos Sólidos - EO-RS, liderada por el profesional en ingeniería ambiental Rafael Villanueva Oblitas como promotor de la propuesta de valorización de residuos industriales en la Unidad Minera Cerro Lindo, el cual será el responsable de capacitar al equipo de trabajo.



Figura 14. Capacitación a personal SSOMA Unidad Minera Cerro Lindo



Figura 15. Capacitación a personal DISAL Empresa Operadora de Residuos Sólidos

2.2. Responsabilidades

Contratista DISAL - Empresa Operadora de Residuos Sólidos

- Responsable de planificar y supervisar el proyecto de valorización de residuos industriales.

- Realizar la recolección y el transporte de los residuos de los almacenes centrales de acopio para su traslado y posterior manejo según corresponda.

Departamento SSOMA – Unidad Minera Cerro Lindo

- Supervisar y ejecutar la propuesta de valorización de residuos industriales.
- Supervisar que la gestión de los residuos sólidos se lleve a cabo de acuerdo a los procedimientos de manejo establecidos.
- Supervisar que los puntos de almacenamiento, se encuentren provistos de señalización, en buenas condiciones de orden, limpieza y según los procedimientos de manejo establecidos.
- Asegurar que el servicio de la Contratista DISAL - Empresa Operadora de Residuos Sólidos cumplan con los requisitos legales vigentes y permisos antes y durante la ejecución de su servicio para la Unidad Minera Cerro Lindo.

Supervisores Responsables de Áreas Administrativas y Operacionales

- Gestionar el manejo adecuado de residuos en sus correspondientes áreas de trabajo.
- Supervisar que se cumpla de manera responsable con el manejo de los residuos en el área de generación y su posterior transporte a la zona de almacén central según corresponda y de una forma adecuada.
- Disponer los residuos de acuerdo al procedimiento de segregación establecido.
- Verificar el cumplimiento de la recolección y transporte de los residuos de su área de trabajo.
- Recopilar los reportes de incumplimientos al manejo adecuado de residuos dentro de sus áreas y gestionar acciones correctivas inmediatas.

Trabajadores

- Disponer los residuos de acuerdo al procedimiento de manejo adecuado establecido.
- Reportar situaciones de incumplimiento al procedimiento de manejo de residuos establecido.

III. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PARA LA VALORIZACIÓN

3.1. Identificación de las fuentes de generación de residuos industriales

Con el propósito de garantizar el adecuado manejo de la valorización de residuos industriales se identificarán las áreas generadoras dentro de la unidad minera

Como resultado del estudio preliminar de campo se identificó y determinó 9 áreas como fuentes de generación de residuos industriales:

- DHO-Comedor
- Geología
- Infraestructura
- Logística
- Mantenimiento
- Mina
- Planta
- SSOMA
- Área Común



Figura 16. Registro fotográfico de residuos industriales

3.2. Caracterización de los residuos industriales generados

La caracterización de residuos se constituirá en uno de los procesos importantes para garantizar una adecuada valorización, por lo tanto, se deberá dar cumplimiento a lo siguiente:

- Mantener y reforzar el programa de segregación en la fuente implantado por la empresa, a través de la capacitación y sensibilización de los trabajadores.

- Mantener una recolección selectiva en los almacenamientos primarios hasta su traslado al almacenamiento central, a fin de mantener la segregación.
- Para evaluar y determinar el tipo de residuo según su composición física por fuente de generación, estos serán trasladados a una plataforma acondicionada donde se realizará su separación y pesaje correspondiente.
- Para determinar la densidad de los residuos cuyas dimensiones menores lo permitan se acondicionarán cilindros de volumen estandarizado (55 galones), para luego colocar los residuos previamente pesados, el cilindro con los residuos contenidos será elevado 30 cm del suelo y se dejará caer a fin de uniformizar y compactar la muestra. La densidad será calculada con la siguiente fórmula:

$$Densidad = \frac{W}{V} = \frac{W}{\pi \frac{D^2}{4} * (H - h)}$$

Donde:

W: Peso de los residuos

V: Volumen de los residuos

D: Diámetro del cilindro

H: Altura total del cilindro

h: Altura libre del cilindro

π : Constante Pi

- La densidad de los residuos de madera, metálicos y otros de grandes dimensiones serán considerados a través de las tablas de densidades establecidos por la empresa.

El consolidado de los resultados de los estudios preliminares de caracterización determinaron que la cantidad promedio de residuos industriales generados por las fuentes de la unidad Minera Cerro Lindo durante un mes (periodo diciembre 2021) y el análisis de proyección a un año se detallan en la tabla 16 a continuación:

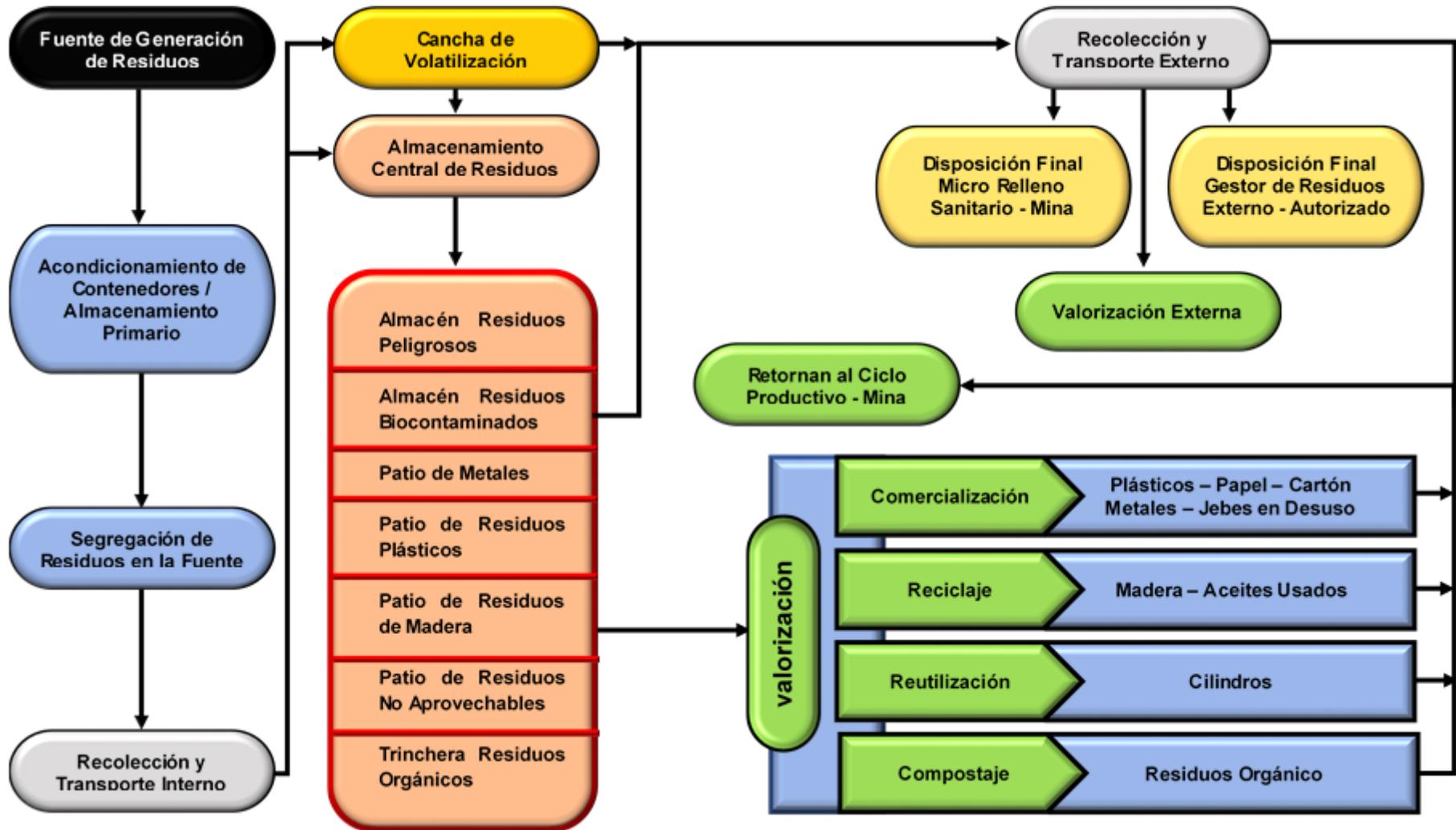
Tabla 16. Resultados de la caracterización de los residuos generados en la unidad minera diciembre de 2021

TIPO DE RESIDUO	Tn/día	Tn/mes	PROYECCIÓN Tn/año
R. Orgánicos	2.67	80.22	976.01
R. Madera	0.54	16.31	198.38
R. Vidrio	0.04	1.34	16.33
R. Plásticos	0.18	5.28	64.28
R. Papel y Cartón	0.47	14.05	170.92
R. Metales	1.81	54.38	661.57
R. Peligrosos	0.92	27.49	334.41
R. No Aprovechables	2.54	76.23	927.44
TOTAL	9.17	275.30	3349.34



Figura 17. Registro fotográfico del proceso de caracterización de residuos industriales

3.3. Flujograma de las fases de gestión de los residuos industriales destinados a valorización



Fuente: Flujograma de gestión integral de residuos industriales Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, 2021.

3.4. Consideraciones en las actividades de gestión integral de residuos industriales

Con la finalidad de asegurar la valorización de los residuos industriales se tomará en cuenta las siguientes consideraciones dentro de los procesos de gestión:

Del proceso de generación en la fuente:

- El área SSOMA deberá mantener ambientados los espacios destinados al almacenamiento primario de residuos en función de su naturaleza, composición, cantidad generada, además de sus propiedades de peligrosidad, poniendo énfasis en la incompatibilidad y efectos negativos que pueda existir al entrar en contacto con otros residuos.
- El área SSOMA y los supervisores de área determinarán los puntos de acopio estratégicos y distribuirán los contenedores de almacenamiento primario debidamente señalizados y en cantidad suficiente para contener los residuos generados. Se evaluará de forma continua la necesidad requerida de contenedores

Del proceso de segregación en la fuente:

- Los trabajadores de la Unidad Minera Cerro Lindo y las contratistas están obligados a disponer los residuos en los contenedores de almacenamiento primario de acuerdo a su tipo y composición característica, según el código de colores y su nomenclatura de clasificación.
- DISAL EO-RS verificará que los residuos industriales generados en las áreas estén debidamente segregados de acuerdo al código de colores y su nomenclatura de clasificación.
- DISAL EO-RS realizará la recolección del almacenamiento primario y realizará el traslado interno de los residuos al almacenamiento central manteniendo la calidad de segregación inicial de la fuente generadora.
- El área SSOMA brindará asesoría al personal de la unidad y a las contratistas sobre la segregación de residuos.
- Los supervisores de área de las fuentes generadoras capacitarán al personal sobre la generación de residuos



Figura 18. Registro fotográfico de la disposición de residuos en contenedores

Del proceso de almacenamiento primario:

- Los supervisores de área verificarán y reportarán que los contenedores no sobrepasen su capacidad de almacenamiento. Tendrá capacidad de decisión para incrementar el número de contenedores y adecuar el punto de acopio.
- El área SSOMA y los supervisores de área verificarán que DISAL EO-RS cumpla con la recolección de residuos en los plazos coordinados establecidos.
- Los trabajadores no deberán quemar los residuos exponiéndolos al ambiente

De la recolección y transporte interno:

- El traslado interno de los residuos acopiados desde el almacenamiento primario hasta las canchas de volatilización y/o almacenamiento central será realizado por DISAL EO-RS acorde al cronograma de recolección.
- Las empresas contratistas serán responsables del traslado al almacenamiento central de todos los residuos que generen producto de las operaciones que realice.
- Las áreas generadoras deberán trasladar al almacenamiento central en un lapso de tiempo no mayor a 24 horas, los residuos industriales que por sus

dimensiones superen la capacidad de los contenedores.

- Las áreas generadoras y contratistas deben registrar la recolección de sus residuos industriales según los formatos implementados por la Unidad Minera Cerro Lindo.
- Las áreas generadoras de residuos deberán reportar mensualmente al área SSOMA el traslado e internamiento de sus residuos al almacenamiento central.

Del almacenamiento central:

- El área SSOMA se asegurará que los residuos industriales sean dispuestos en el almacén central acorde al tipo y característica del residuo.
- El almacén central estará conformado y distribuido en almacén de residuos peligrosos, almacén de Biocontaminado, patio de residuos metálicos, patio de residuos no aprovechables, patio de residuos plásticos, patio de madera, Trinchera de residuos orgánicos y cancha de volatilización.
- Los almacenes y patios de residuos descritos anteriormente deberán contar con las dimensiones de almacenamiento adecuadas que permita albergar las cantidades generadas, permitiendo el fácil acceso y operación de las unidades vehiculares recolectoras internas y externas.
- Se deberá mantener las instalaciones destinadas para el almacenamiento central limpias y ordenadas.
- Los almacenes tanto abiertos como cerrado estarán debidamente señalizados y delimitados
- Se debe llevar un formato de control de la cantidad de residuo ingresado y retirado de los almacenes.
- Los residuos que se contaminen con residuos peligrosos serán tratados como residuos peligrosos.
- Los trabajadores manipularán residuos industriales peligrosos y no peligrosos con el EPP adecuado.



Figura 19. Registro fotográfico de almacenamiento central – Patio de residuos metálicos



Figura 20. Registro fotográfico de almacenamiento central – Patio de residuos plásticos



Figura 21. Registro fotográfico de almacenamiento central – Almacén Residuos Peligrosos

Del proceso de valorización:

La Unidad Minera Cerro Lindo en coordinación con DISAL EO-RS valorizará sus residuos industriales mediante procesos de compostaje, reciclaje, reutilización y comercialización para valorización externa. A continuación, se describen los residuos a valorizar

Residuos de aceites usados - Comercialización

- Serán comercializados para su valorización externa a CM AMPCO Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos EC-RS, quien será responsable del reciclado, tratamiento y refinamiento del residuo para su posterior utilización como combustible alternativo.
- Los aceites usados serán almacenados como residuos peligrosos mientras permanezcan en mina y será traslado por DISAL EO-RS y entregados a la EC-RS CM AMPCO, operadora autorizada por DIGESA para el manejo de residuos peligrosos acorde a lo dictado en el DL N° 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su Reglamento DS N° 014-2017-MINAM.



Figura 22. Registro fotográfico de almacenamiento central – Traslado de aceites usados comercializados para valorización externa

Residuos de plásticos, papel, cartón, y chatarra metálica - Comercialización

- Serán comercializados para su valorización externa a INCONMED S.A.C Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos EC-RS, quien será responsable del reciclaje y tratamiento del residuo para su posterior reincorporación como materia prima dentro de un nuevo ciclo productivo.
- Los papeles, cartones y plásticos serán compactados por DISAL EO-RS para reducir su volumen hasta su traslado a la EC-RS INCONMED S.A.C.
- La chatarra metálica será segregada y almacenada de manera independiente y temporal hasta su traslado por DISAL EO-RS a la EC-RS INCONMED S.A.C. quien se encargará de su reciclaje y tratamiento en plantas autorizadas.



Figura 23. Registro fotográfico almacenamiento central – Acopio de plásticos, papel, cartón y chatarra metálica

Residuos de madera - Reciclaje

- La valorización interna asociada a la generación de residuos de madera se basará en el reciclaje para la elaboración de mobiliario de uso interno en los ambientes del campamento minero.
- Se implementará un taller con personal encargado de la fabricación del mobiliario.
- Sólo se utilizará madera que se encuentre libre de contaminantes. Está prohibido utilizar madera que provenga del área de planta.
- El mobiliario fabricado podrá ser donado a comunidades de influencia a la mina.



Figura 24. Registro fotográfico valorización de maderas mediante procesos de reciclaje

Residuos orgánicos - Compostaje

- Se instalará una planta de compostaje para tratamiento de los residuos orgánicos con el objetivo de generar abono orgánico que permita revegetar las áreas de influencia a la mina.
- Para el proceso de compostaje se trasladarán los residuos orgánicos segregados del comedor a la planta de compostaje.
- Los residuos orgánicos serán sometidos a trituración manual en la plataforma de la planta de compostaje
- Se trasladará el material triturado hacia la nave de compostaje para la degradación de los residuos orgánicos bajo un sistema anaeróbico. Se distribuirá una primera capa con material zarandeado, una segunda capa con material orgánico y una tercera capa con guano.
- Al séptimo día se removerá y volteará el material y posterior a ello se repetirá la acción cada cinco días, monitoreando los parámetros de temperatura y PH del compost.
- Finalmente se realizará el zarandeo del compost, los restos que no pasan el tamiz de zarandeo regresarán a la nave de compostaje.



Figura 25. Registro fotográfico Patio de compostaje



Figura 26. Registro fotográfico Patio de compostaje



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de Residuos Industriales para el Diseño de una Propuesta de Valorización en la Unidad Minera Cerro Lindo – Nexa Resources, provincia de Chincha, departamento de Ica, 2022", cuyo autor es VILLANUEVA OBLITAS BRITHWALDO RAFAEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 04 de Setiembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
QUIJANO PACHECO WILBER SAMUEL DNI: 06082600 ORCID: 0000-0001-7889 -7928	Firmado electrónicamente por: WLSAMUELQUP el 07-09-2022 15:30:04

Código documento Trilce: TRI - 0426538