



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

APROVECHAMIENTO DE RETACERÍA DE CABLES EN DESUSO BAJO EL
ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR – LIMA, PERIODO 2023-2024

Línea de investigación:
Tecnología para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Autor

Ortega Becerra, Luciano Alonso

Asesora

Paricoto Simón, María Mercedes

ORCID: 0000-0002-7675-7558

Jurado

Rojas León, Gladys

Díaz Villalobos, Carlos Alberto

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Lima - Perú

2025



APROVECHAMIENTO DE RETACERÍA DE CABLES EN DESUSO BAJO UN ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR – LIMA, PERIODO 2023-2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

13%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	servicios.minminas.gov.co Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud Trabajo del estudiante	1%
6	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uide.edu.ec Fuente de Internet	1%



**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y
ECOTURISMO**

**APROVECHAMIENTO DE RETACERÍA DE CABLES EN DESUSO BAJO EL
ENFOQUE DE ECONOMÍA CIRCULAR – LIMA, PERIODO 2023-2024**

Línea de investigación:

Tecnología para residuos y pasivos ambientales. Biorremediación

Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Ortega Becerra, Luciano Alonso

Asesora:

Paricoto Simón, María Mercedes

ORCID: 0000-0002-7675-7558

Jurado:

Rojas León, Gladys

Díaz Villalobos, Carlos Alberto

Valdivia Orihuela, Braulio Armando

Lima - Perú

2025

INDICE

RESUMEN	7
ABSTRACT.....	8
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Trayectoria del autor	9
1.2. Descripción de la empresa	11
1.3. Organigrama de la empresa.....	11
1.4. Áreas y funciones desempeñadas.....	12
II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA	13
2.1. Planteamiento del problema.....	13
2.1.1. Descripción del problema	13
2.2. Objetivos.....	14
2.2.1. Objetivo Principal	14
2.2.2. Objetivos Específicos.....	14
2.3. Antecedentes	14
2.3.1. Antecedentes a nivel internacional	14
2.3.2. Antecedentes a nivel nacional.....	16
2.4. Marco Teórico	18
2.4.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación	18

2.4.2.	Proceso de fabricación del cable.....	21
2.5.	Marco legal	23
2.6.	Ubicación de la empresa	23
2.7.	Metodología	24
2.7.1.	Problemática	24
2.7.2.	Inversión y recursos asignados	25
2.7.3.	Cronograma de implementación	28
2.7.4.	Aspecto e impactos ambientales	38
2.8.	Resultados.....	39
2.8.1.	Resultados 2023	39
2.8.2.	Resultados a octubre del 2024	43
2.9.	Discusión de Resultados	48
III.	APORTES MÁS DESTACABLES DE LA EMPRESA	50
IV.	CONCLUSIONES	51
V.	RECOMENDACIONES.....	53
VI.	REFERENCIAS.....	54
VII.	ANEXOS	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Formación académica del autor periodo 2020-2024</i>	9
Tabla 2 <i>Experiencia profesional del autor</i>	10
Tabla 3 <i>Cantidades de material de descarte generado</i>	24
Tabla 4 <i>Presupuesto asignado para el acondicionamiento del área de trabajo:</i>	25
Tabla 5 <i>Presupuesto asignado a la adquisición e instalación de la máquina:</i>	25
Tabla 6 <i>Presupuesto total asignado del proyecto</i>	26
Tabla 7 <i>Descripción de la máquina</i>	26
Tabla 8 <i>Cronograma de actividades del acondicionamiento del espacio de trabajo</i>	29
Tabla 9 <i>Cronograma de actividades de instalación y puesta en marcha</i>	30
Tabla 10 <i>Registros de los parámetros de ruido–periodo diurno</i>	38
Tabla 11 <i>Registros de los parámetros de ruido–periodo nocturno</i>	38
Tabla 12 <i>Cantidad de cobre aprovechado sobre la producción total de alambón en el 2023</i>	40
Tabla 13 <i>Impacto económico del cobre reciclado en el 2023</i>	42
Tabla 14 <i>Cantidad de cobre aprovechado sobre la producción total de alambón a octubre de 2024</i>	44
Tabla 15 <i>Impacto económico del cobre reciclado a octubre de 2024</i>	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Organigrama de la empresa Nexans Perú</i>	12
Figura 2 <i>Sección transversal de un cable eléctrico</i>	20
Figura 3 <i>Diagrama de flujo proceso de fabricación del cable</i>	22
Figura 4 <i>Retacería de cables en desuso</i>	24
Figura 5 <i>Vista lateral de la máquina instalada</i>	27
Figura 6 <i>Layout de la máquina</i>	28
Figura 7 <i>Construcción de loza (cimentación)</i>	30
Figura 8 <i>Montaje y construcción de la nave principal</i>	31
Figura 9 <i>Tratamiento de suelo</i>	31
Figura 10 <i>Conexionado de la red de energía, agua y sistema de ventilación</i>	32
Figura 11 <i>Instalación y ensamblaje de máquina principal</i>	32
Figura 12 <i>Retacería de cables en desuso</i>	33
Figura 13 <i>Ingreso del material por la faja transportadora</i>	34
Figura 14 <i>Trituración de los cables</i>	34
Figura 15 <i>Material cobre granulado</i>	35
Figura 16 <i>Traslado del material cobre recuperado hacia horno de fundición</i>	35
Figura 17 <i>Material recuperado ingresado el proceso de fundición</i>	36
Figura 18 <i>Alambre de cobre con material reciclado</i>	36

Figura 19 <i>Diagrama vectorial de la puesta en marcha de la máquina</i>	37
Figura 20 <i>Diagrama de flujo proceso de recuperación de cobre de retacería de cables en desuso</i>	37
Figura 21 <i>Cantidad de cobre aprovechado en el 2023</i>	41
Figura 22 <i>Impacto económico generado en el 2023</i>	43
Figura 23 <i>Cantidad de cobre aprovechado a octubre de 2024</i>	45
Figura 24 <i>Impacto económico generado a octubre de 2024</i>	47
Figura 25 <i>Cantidad de material cobre aprovechado periodo 2023-2024</i>	49
Figura 26 <i>Impacto económico por material cobre aprovechado periodo 2023-2024</i>	49

RESUMEN

Este informe describe en primera instancia la experiencia profesional del autor, producto de las diversas actividades profesionales realizadas en el ámbito de la gestión ambiental. Asimismo, el informe tiene como **objetivo:** el aprovechamiento de la retacería de cables en desuso bajo un enfoque de economía circular en una empresa fabricación de conductores eléctricos, la **metodología:** consideró una línea de acción principal, la cual se desarrolló en base a la inclusión de un nuevo proceso productivo, en conjunto con la implementación de nueva tecnología. Los **resultados:** obtenidos se determinaron en función a la cantidad de material cobre reciclado y utilizado en el proceso productivo tradicional, asimismo el impacto económico que generó en la rentabilidad de la organización. Con base en lo desarrollado, se **concluye:** que el aprovechamiento de retacería de cables en desuso bajo el enfoque de la economía circular representa una alternativa viable para fortalecer la gestión ambiental de la empresa, ya que al utilizar materiales reciclados promovemos un proceso productivo más circular, compatible con el ambiente y alineado con el uso eficiente de los recursos.

Palabras clave: economía circular, aprovechamiento de cobre, producción tradicional, impacto económico.

ABSTRACT

This report first describes the author's professional experience, resulting from the various professional activities carried out in the field of environmental management. Furthermore, the objective of the report is to explore the utilization of scrap cables in disuse under a circular economy approach in a company that manufactures electrical conductors. The methodology considered a primary course of action, which was developed based on the inclusion of a new production process, alongside the implementation of new technology. The results obtained were determined based on the amount of recycled copper material used in the traditional production process, as well as the economic impact it generated on the company's profitability. Based on the findings, it is concluded that the utilization of scrap cables in disuse under the circular economy approach represents a viable alternative to strengthen the company's environmental management, as using recycled materials promotes a more circular, environmentally compatible production process aligned with the efficient use of resources.

Keywords: circular economy, copper utilization, traditional production, economic impact.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Trayectoria del autor

Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental en la Universidad Nacional Federico Villareal, con experiencia en Gestión Ambiental en la Industria, Minería y Gobiernos Locales; habiendo liderado procesos de implementación y gestión de Sistemas de Gestión Ambiental en base a la norma ISO 14001, medición de Huella de Carbono Organización y Producto bajo metodología ISO 14064 y ISO 14067 respectivamente, desarrollando Instrumentos de Gestión Ambiental (IGAs) para el sector manufactura; asimismo con experiencia en monitoreo ambiental.

Cualificación profesional. Se detalla la formación académica relevante del 2020 al 2024, en la Tabla 1.

Tabla 1

Formación académica del autor periodo 2020-2024

Año	Título de la capacitación	Institución
2020	Curso de Especialización en Supervisión Ambiental	Instituto de Calidad Ambiental
2020	Auditor Interno en Sistemas Integrados de Gestión ISO 9001: 2015, ISO 14001: 2015 e ISO 45001: 2018	Universidad Nacional Agraria de La Molina
2021	Power Bi Expert	Centro de Estudio Nextch
2023	Fiscalización Ambiental	Instituto de Calidad Ambiental
2024	Gestión Integral de Residuos Sólidos	Instituto de Calidad Ambiental

Experiencia profesional. Desde el año 2019, he venido desempeñando funciones en varias instituciones del área pública y privada, centradas principalmente en la gestión y operación de sistemas de gestión ambiental, con un enfoque en su implementación, efectiva y sostenible a largo plazo. Se presenta la Tabla 2 en la que se describe las actividades y responsabilidades específicas que he llevado a cabo en el ámbito profesional.

Tabla 2

Experiencia profesional del autor

Año	Funciones	Institución
2019	Supervisión e inspección a empresas operadoras de residuos sólidos. Revisión de expedientes para obtener la autorización. Orientación y coordinación con municipalidades distritales respecto a la recolección, transporte y disposición de residuos sólidos.	Municipalidad Metropolitana de Lima
2020	Seguimiento y control de las actividades de post cierre y mantenimiento de los pasivos ambientales mineros, de acuerdo con lo estipulado en el plan de cierre. Elaboración de informes trimestrales, semestrales y de levantamiento de observaciones para las instituciones de fiscalización ambiental. Programación y ejecución de monitoreos ambientales. Participación en auditorías de certificación ISO.	Activos Mineros S.A.C
2021	Supervisión y ejecución de las operaciones ambientales. (Monitoreos, inspecciones y simulacros). Gestión y manejo de residuos sólidos charlas de sensibilización ambiental. Gestión y medición de huella de carbono organización y producto. Revisión documentaria del sistema de gestión ambiental. Liderazgo en certificación ISO 14001.	Nexans Perú

1.2. Descripción de la empresa

Nexans Perú es una empresa industrial, su actividad central es el diseño, fabricación y venta de cables de energía eléctrica, comunicación y de artículos conexos. Desempeñando un papel importante en el mercado peruano y con la energía como pieza fundamental de su crecimiento, desde hace más de 70 años, es el líder en la industria del cable, ofreciendo gamas de cables y sistemas de cableado. Los productos fabricados cumplen un relevante rol en la vida de los peruanos, está presente en la infraestructura pública, de electricidad, en el sector de construcciones civiles, minero y petrolero. El alcance de las actividades comprende el diseño, producción y comercialización de cables de energía.

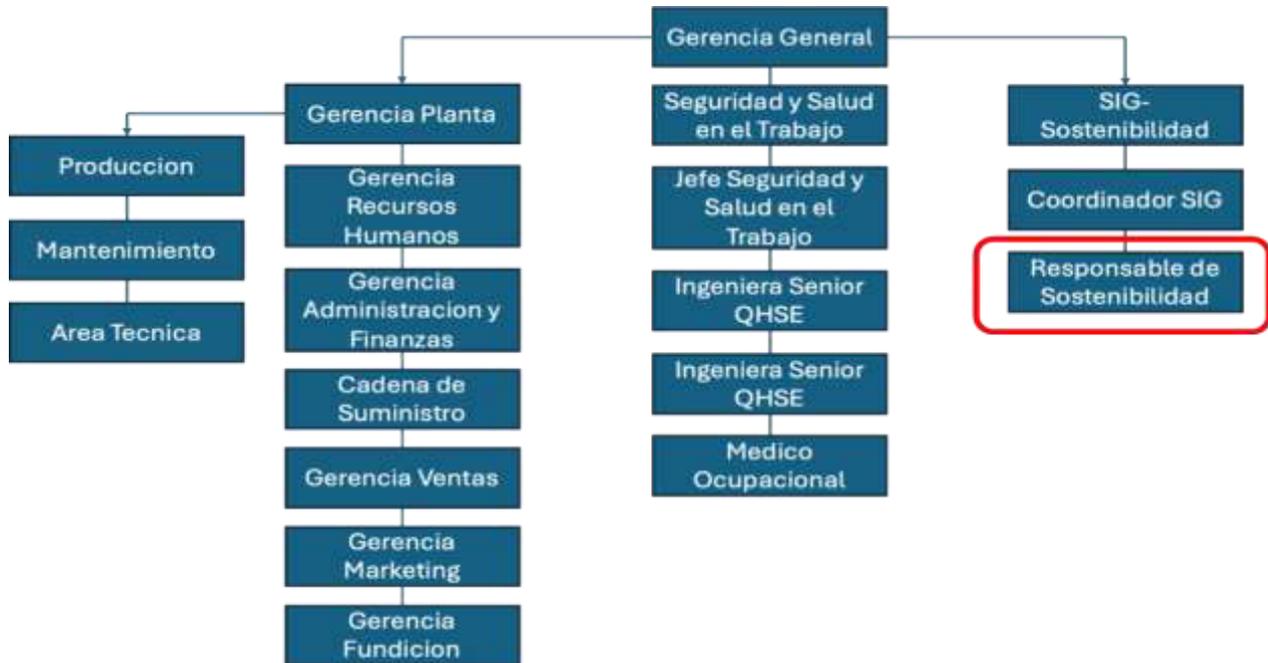
La misión está direccionada en inspirar y enriquecer la experiencia de nuestros clientes a por la creación de servicios y soluciones innovadoras que impulsen la electrificación sostenible del futuro, elevando la calidad de vida en nuestra sociedad. Asimismo, la principal visión de la empresa es “Electrificar el futuro de manera sostenible”.

1.3. Organigrama de la empresa

La estructura organizativa está encabezada por la gerencia general, respaldada por un equipo de trabajo compuesto por siete áreas gerenciales. Dentro de la gerencia general, se encuentran las áreas de Seguridad y Salud en el Trabajo, así como el área de Sistemas Integrados para la sostenibilidad y gestión, siendo esta última a la que pertenece el autor del presente trabajo, lo cual se detalla en la Figura 1.

Figura 1

Organigrama de la empresa Nexans Perú



1.4. Áreas y funciones desempeñadas

A continuación, se describen las principales funciones asumidas por el autor:

- Elaboración y seguimiento de planes de sostenibilidad corporativa.
- Implementación de estrategias de economía circular y reducción de impactos ambientales.
- Monitoreo y reporte de indicadores ambientales (huella de carbono, consumo de recursos, gestión de residuos).
- Coordinación de auditorías ambientales internas y externas.
- Desarrollo de campañas de concienciación ambiental y capacitación al personal.
- Apoyo en la elaboración de reportes de sostenibilidad bajo estándares internacionales (GRI, ISO 14001, entre otros).
- Participación en proyectos de eficiencia energética.

II. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

2.1. Planteamiento del problema

2.1.1. Descripción del problema

En el entorno actual de la importancia por el eficiente uso de los recursos, la economía circular ha emergido como un modelo clave para transformar los sistemas de producción y de consumo, impulsando el reciclaje y el aprovechamiento de residuos. Esta perspectiva busca maximizar el valor de los productos, materiales y recursos en todo su ciclo de vida, minimizando el impacto ambiental y promoviendo una gestión responsable de los recursos.

Dentro de este marco, el reciclaje de conductores eléctricos, como los cables de cobre, adquiere una relevancia crucial, dado que la industria del cableado es una de las principales fuentes de metales valiosos. Los cables, que contienen metales como cobre y aluminio, son esenciales en diversas aplicaciones industriales, pero en el último tramo de su vida útil, terminan casi siempre en vertederos o en procesos de disposición inadecuados. Sin embargo, mediante el desarrollo e implementación de nuevos procesos y nuevas tecnologías respectivamente, estos materiales pueden ser recuperados y reutilizados, reduciendo la necesidad de extraer recursos vírgenes.

En este sentido, el presente informe se enfoca en el aprovechamiento de retacería de cables en desuso en una empresa de fabricación de conductores eléctricos. Lo cual ha permitido integrar en el proceso de producción tradicional el enfoque de la economía circular, habiendo aumentado la rentabilidad de la organización relacionado directamente por la reutilización significativa de estos residuos (cables en desuso), ya que viene supliendo a la adquisición de nueva materia prima.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo Principal

Aprovechar la retacería de cables en desuso en una empresa de fabricación de conductores eléctricos.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Incluir el principio de economía circular en el modelo de producción tradicional.
- Determinar el porcentaje de reciclaje de la retacería de cables en desuso incluidos en el proceso productivo.
- Cuantificar el impacto económico de retacería de cables en desuso reutilizados.

2.3. Antecedentes

2.3.1. Antecedentes a nivel internacional

Según Dávalos, (2022), en su trabajo denominado: “Propuesta de plan de gestión ambiental de residuos de cables eléctricos en una empresa de recicladores en la ciudad de Santiago de Cali”, tuvo por objetivo principal proponer una planificación de residuos de cables eléctricos bajo el lineamiento de la ISO 14004 (directrices para el establecimiento, implementación, y continuidad de la gestión ambiental), en una organización de recicladores en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. La metodología de la investigación le permitió identificar al autor la situación de los residuos de cables eléctricos en la organización de recicladoras. Los resultados dejan en evidencia la falta de normas de sostenibilidad en la organización de recicladores, ya que vienen realizando prácticas no adecuadas (combustión lenta) por la falta de recursos, a fin de la obtención del cobre, lo cual viene generando algunos temas negativos, lo que beneficia la salud de las personas y reduce la contaminación al

ambiente. Con base en la investigación que se hizo, el autor concluye que en la ciudad de Cali existen problemas relacionados con el manejo de los residuos de cables eléctricos, por lo que este trabajo es un punto de inicio para promover futuras investigaciones sobre este manejo de residuos su generación propuso solucionar el problema que silenciosamente afecta al pueblo colombiano.

Al respecto, Carrillo y Pomar (2021) en su artículo: “La economía circular en los nuevos modelos de negocio”, El objetivo es examinar las características contextuales que favorecen la adopción de un método circular en las organizaciones, destacando el factor relevante de los consumidores. La metodología se fundamenta en una revisión de informes, blogs y artículos que abordan el tema de la economía circular, así como en el análisis de estudios sobre el comportamiento del consumidor. El análisis permitió identificar características que revelan tendencias y patrones que impactan en las decisiones de compra de las organizaciones que implementan estos modelos sostenibles. Los resultados revelaron que el rol de los productores de negocios es muy importante en los procedimientos de innovación en diferentes ámbitos, su cabida de comprender la realidad y percibir las emociones y necesidades de los individuos que les permiten brindar soluciones a diferentes alternativas y problemáticas inesperadas, que con la asistencia del marketing son convertidas en necesidades hasta no ser identificadas por el consumidor.

Por su parte, Asaff y Salazar (2019) en su artículo denominado: “Economía circular, estrategia que se aplica a la gestión de los residuos”, tuvo como fin principal realizar el estudio de la estrategia hacia una gestión sostenibles de residuos mediante el modelo de economía circular. La metodología de investigación se centra en recopilar y analizar información proveniente de diversas fuentes para explorar la relevancia y percepción de estrategias de desarrollo sostenible mediante la gestión, el tratamiento, la reutilización y la gestión final de

los residuos. De acuerdo con los autores, se ha evidenciado que las diversas aplicaciones implementadas en el sector de los residuos, como los programas de reciclaje, el compostaje y el uso de nuevas tecnologías, contribuyen a disminuir la generación de residuos al fomentar un uso prolongado y eficiente de los productos en las líneas de producción.

2.3.2. Antecedentes a nivel nacional

Para Huillca y Vergara (2022) en su trabajo investigativo denominado “Impacto de la economía circular para la reducción de la huella de carbono en el Municipio de Taray año 2022”, El propósito principal del estudio fue analizar el impacto de la economía circular En la reducción de las emisiones de dióxido de carbono en el municipio de Taray, ubicado en Cusco, la metodología desarrollada fue la recopilación de datos utilizando el Protocolo de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Emissions Inventory and Communication Tool). Los resultados indicaron que las emisiones directas e indirectas de CO₂ disminuyeron en un 23,15%. En el resumen de la investigación, los autores confirmaron la hipótesis de que la economía circular desempeñó un papel en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en la ciudad de Taray durante el año 2022.

A respecto, Espinoza (2022) en su investigación: “Economía Circular y Sostenibilidad de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi, Sayán – 2022”, El objetivo fue identificar la relación entre la economía circular y el desarrollo sostenible en la Compañía Azucarera. La metodología se basó en la recopilación de datos por encuestas y cuestionarios como herramientas principales. Los resultados revelaron que el 64% de los encuestados considera que la economía circular en la empresa es un fenómeno ocasional, ya que rara vez se realizan actividades vinculadas a la reposición, digitalización, optimización, regeneración, cierre de ciclos y reposición. Un 15% opina que estos esfuerzos son insuficientes, mientras que un 21%

los califica como adecuados. En conclusión, existe una relación directa entre la economía circular y el desarrollo de las operaciones en la compañía, aunque su implementación es esporádica. Finalmente, se recomienda establecer políticas que promuevan el voluntariado entre los empleados, el apoyo social, y la concienciación en temas como educación ambiental, diversidad e inclusión.

Por su parte Cosavalente y Gonzáles (2022) en su tesis denominada: “Evaluación del impacto de la economía circular en la gestión de los residuos sólidos”, El objetivo es evaluar el impacto de la economía circular en la gestión de residuos. La investigación se realiza recopilando información utilizando el análisis documental y fichas de recolección de datos como herramientas metodológicas. Se determinó que la reutilización de componentes disminuyó en un 70%. Los autores concluyen que la economía circular ejerce un impacto positivo en el medio ambiente, contribuyendo a la reducción de residuos, y también tiene un importante efecto social al generar empleos que mejoran la calidad de vida. Finalmente, se sugiere adoptar un enfoque de economía circular tanto en el sector público como en el privado, aprovechando sus beneficios sociales, económicos y ambientales para disminuir los residuos y proteger el entorno natural.

2.4. Marco Teórico

2.4.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.4.1.1. Economía circular. Es un modelo económico alternativo al sistema lineal tradicional, el cual busca armonizar la actividad económica con el equilibrio ecológico. Este enfoque integra la producción y distribución en bienes y servicios de manera socialmente sostenible, considerando aspectos sociales, ambientales y económicos desde la fase inicial hasta el final de su ciclo de vida. (Lehmann, 2019)

2.4.1.2. Impacto en el valor económico, de la economía circular. Esto implica fomentar el crecimiento económico de la organización mientras se promueve el cuidado, respeto y cooperación con el medio ambiente. Incluye la reducción de la huella ecológica de los productos, la gestión eficiente de los recursos (humanos, financieros, de tecnología, entre otros) para optimizar la productividad del negocio, y la generación de ganancias de manera responsable y sostenible a largo plazo. (Gómez y Méndez, 2017)

2.4.1.3. Impacto en el valor social, de la economía circular. Esto se refiere a la importancia de fomentar relaciones a largo plazo, tanto internas como externas, en beneficio de la sociedad. Las organizaciones interactúan con diversos grupos, con quienes buscan contribuir y mejorar vínculos para garantizar el bienestar social y construir un impacto positivo sostenible. (Gómez y Méndez, 2017)

2.4.1.4. Impacto en el valor medioambiental, de la economía circular. Esto se refleja, entre otros aspectos, en el uso responsable de recursos naturales y en el compromiso de la organización por reducir la generación de residuos, así como en la transición de combustibles fósiles hacia fuentes de energía renovables. Estas acciones buscan generar abundancia mientras se previenen impactos negativos en el medio ambiente. (Gómez y Méndez, 2017)

2.4.1.5. Cable eléctrico. El cable eléctrico es un conjunto de conductores eléctricos aislados (cobre y aluminio), que se utilizan mayormente para la transmisión de energía eléctrica o señales en sistemas de comunicación. Los cables están compuestos por uno o varios conductores, generalmente de cobre o aluminio, que están recubiertos con materiales aislantes como policloruro de vinilo (PVC) o polietileno (PE), con el fin de evitar cortocircuitos, pérdidas de energía y para proteger a los usuarios de posibles descargas eléctricas. La aplicación y uso de los cables pueden estar diseñados para diferentes sectores, tal como en instalaciones eléctricas residenciales, comerciales, industriales, sistemas de telecomunicaciones, o redes de distribución de energía.

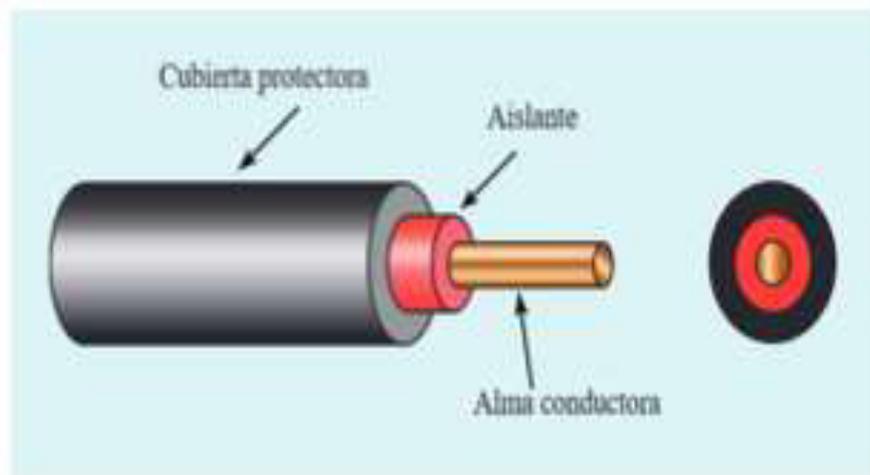
De acuerdo con Araya y Sandoval (2001) menciona la siguiente estructura del cable. El elemento conductor es la parte del cable diseñada para transportar la energía eléctrica y está fabricado con metales como cobre o aluminio. Aunque ambos poseen muy buena conductividad eléctrica, el cobre es el más comúnmente empleado en la fabricación de cables debido a sus destacadas propiedades mecánicas y eléctricas. Por otro lado, el aislante del conductor cumple la función de evitar que la corriente entre en contacto con personas u objetos, además de impedir que conductores con diferentes voltajes se toquen entre sí, garantizando así la seguridad y el correcto funcionamiento del sistema eléctrico.

En la actualidad, los materiales más comunes utilizados como aislantes en cables eléctricos incluyen cloruro de polivinilo (PVC), polietileno (PE), caucho, neopreno y nailon. La capa protectora externa, también conocida como revestimiento, cubierta o carcasa, tiene como propósito proteger el aislamiento y el núcleo del cable contra daños mecánicos como rayones o impactos. Esta capa exterior suele estar fabricada principalmente de PVC.

En la Figura 2, visualizamos un diagrama de sección transversal de un cable eléctrico, donde se pueden observar los componentes que típicamente conforman un cable de este tipo.

Figura 2

Sección transversal de un cable eléctrico



2.4.1.6. Gestión integral de residuos. La actividad administrativa, técnica orientada a planificar, coordinar, desarrollar, evaluar planes y programas destinados a la gestión de residuos sólidos. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017)

2.4.1.7. Residuos sólidos. Es cualquier objeto, material que deviene del uso de bienes o servicios, el cual su propietario dispone u intenta disponer. Estos deben ser gestionados de manera prioritaria para agregar valor a los residuos y, en algunos casos, determinar su ubicación final adecuada. (MINAM, 2017)

2.4.1.8. Aprovechamiento de residuos sólidos. Recuperar los beneficios de un producto, artículo, objeto o de alguna de sus partes es un residuo sólido. El proceso de eliminación de estos residuos se clasifica como reciclaje, recuperación. (MINAM, 2017)

2.4.1.9. Reciclaje. Cualquier actividad que implique la reutilización de residuos mediante el procesamiento de materiales para lograr sus fines originales o de otro tipo. (MINAM, 2017)

2.4.1.10. Ciclo de vida. Estas son las fases sucesivas e interrelacionadas del ciclo de vida de un producto: desde la recolección de materias primas o su fabricación a partir de recursos naturales hasta su disposición final. Las fases incluyen adquisición de materia prima, diseño, fabricación, transporte y entrega, uso, tratamiento de fin de vida y disposición final. (MINAM, 2017)

2.4.2. Proceso de fabricación del cable

Este proceso para fabricar un conductor eléctrico involucra varias etapas para la transformación de materiales como el cobre o el aluminio en un producto funcional y seguro para su uso. A continuación, se detalla los procesos principales de fabricación del conductor eléctrico.

2.4.2.1. Fabricación del material conductor. En esta etapa, la materia prima adquirida entra en un proceso de fundición, el cobre fundido se vierte en moldes para formar el alambre, posterior a ello, el alambraón se enfría y se enrolla en bobinas para ser trasladado al siguiente proceso.

2.4.2.2. Trefilado del conductor. Consta de reducir el diámetro del alambre de cobre, de manera progresiva, hasta el diámetro final establecido o solicitado.

2.4.2.3. Cableado. Los hilos del cobre trefilado se agrupan para formar el conductor principal.

2.4.2.4. Aislamiento del conductor. El alambre conductor se recubre con un material aislante, generalmente material como PVC (policloruro de vinilo), para evitar fugas de corriente.

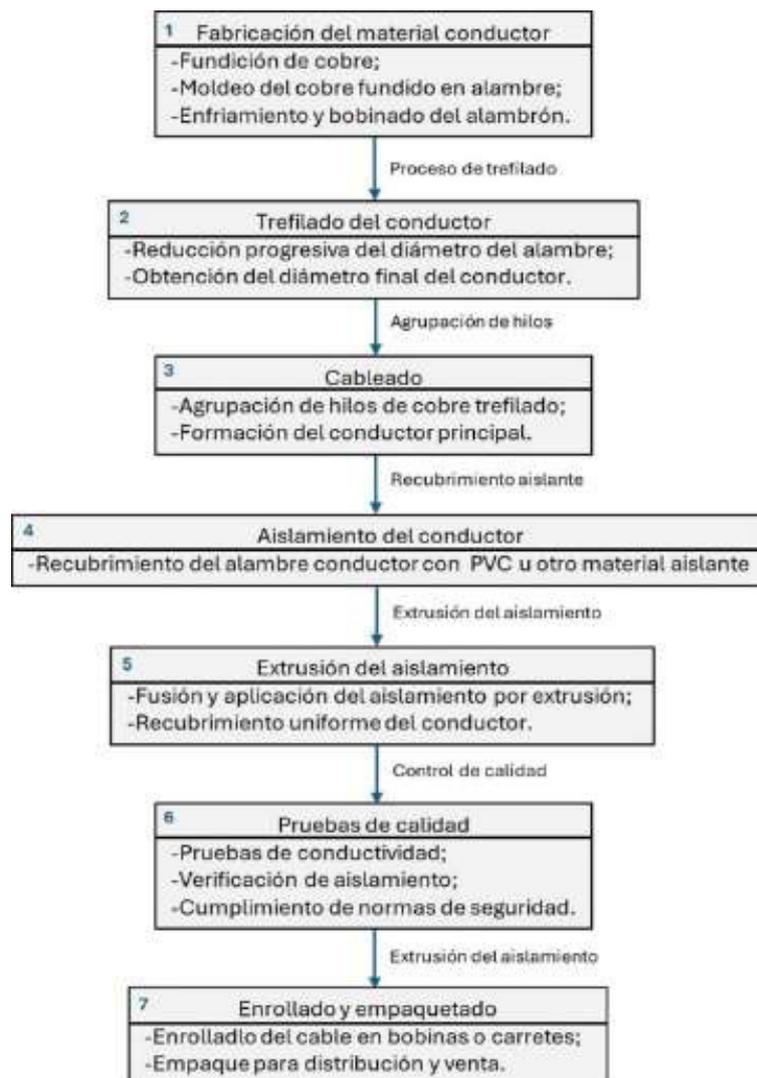
2.4.2.5. Extrusión del aislamiento. El material aislante se funde y se aplica al alambre conductor mediante un proceso de extrusión, donde el alambre pasa a través de una máquina que lo recubre de manera uniforme.

2.4.2.6. Pruebas de calidad. Antes de que el cable sea enviado para su uso, se desarrollan diversas pruebas de control de calidad para certificar que el aislamiento sea adecuado, que no haya fallas en la conductividad y que cumpla con las normas de seguridad.

2.4.2.7. Enrollado y empaquetado. Finalmente, los cables terminados se enrollan en bobinas o carretes y se empaquetan para su distribución y venta.

Figura 3

Diagrama de flujo proceso de fabricación del cable



2.5. Marco legal

- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Decreto Legislativo N°1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- Norma Técnica Peruana N° 900.058:2019 gestión de Residuos.
- Decreto Supremo N° 009-2019-MINAM, que aprueba el Régimen Especial de Gestión y Manejo de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE.
- Decreto Supremo N° 012-2024-PRODUCE, Decreto Supremo que modifica el reglamento de gestión ambiental para la industria manufacturera y comercio interno, aprobado por el Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE y el reglamento de participación ciudadana en la gestión ambiental de la industria manufacturera y comercio interno, aprobado por el Decreto Supremo N° 014-2022-PRODUCE.
- Decreto Supremo N° 017-2015-PRODUCE, Aprueban el reglamento de gestión ambiental para la industria manufacturera y comercio interno.
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido.

2.6. Ubicación de la empresa

Nexans Perú está ubicada en el centro industrial del Cercado de Lima, específicamente entre la Avenida Universitaria Sur 583 y la Avenida Industrial 672. Esta ubicación le permite estar estratégicamente cerca de importantes proveedores de materias primas y tener fácil acceso a la red de transporte que conecta la ciudad con el principal puerto del Callao. Además, al estar ubicada en una zona industrial el riesgo de afectación a la población sea menor.

2.7. Metodología

2.7.1. Problemática

Uno de los principales problemas que viene aquejando la organización es la generación de retacerías o residuos de cables en desuso durante el proceso de producción. Estos retazos, generados principalmente por cortes, fallas de producción o ajustes de longitud, se acumulan rápidamente, representando un desafío tanto ambiental como económico. El principal problema se centra en la ineficiente gestión de desechos, que a menudo son descartados sin considerar un adecuado proceso de reciclaje o aprovechamiento. Esto no solo incrementa los costos operativos de la planta, sino que también contribuye a la acumulación de desechos.

Tabla 3

Cantidades de material de descarte generado

Año	Producción cable (ton)	Desechos producción (ton)	% aprovechamiento
2023	20,035.00	732.90	71%
2024	19,279.00	641.12	72%

Nota. Histórico de cantidad producida periodo 2023-2024

Figura 4

Retacería de cables en desuso



2.7.2. Inversión y recursos asignados

2.7.2.1. Inversión asociada al proyecto. La inversión está contemplada en 2 presupuestos; el primero fue designado para el acondicionamiento del área de trabajo y el segundo fue para la adquisición de la máquina, lo cual se detalla a continuación en la Tabla 4 y 5, respectivamente.

Tabla 4

Presupuesto asignado para el acondicionamiento del área de trabajo:

N°	Actividad	Presupuesto
1	Compra de equipos diversos	\$27,457.58
2	Construcción de losa y nave	\$171,000.76
3	Enmallado	\$1,320.35
Total		\$199,778.69

Tabla 5

Presupuesto asignado a la adquisición e instalación de la máquina:

N°	Actividad	Presupuesto
1	Adquisición de máquina recuperado de cables	\$90,000.00
2	Servicio de montaje	\$15,000.00
3	Puesta en marcha	\$5,000.00
Total		\$110,000.00

Tabla 6*Presupuesto total asignado del proyecto*

N°	Actividad	Presupuesto
1	Acondicionamiento del área de trabajo	\$199,778.69
2	Adquisición e instalación de la máquina	\$110,000.00
Total		\$309,778.69

Nota. El retorno de la inversión está previsto para dos años de acuerdo con el análisis de mercado realizado, sin embargo, esto depende también de la cantidad de cobre que se pueda aprovechar.

2.7.2.2. Característica del equipo. El equipo adquirido está diseñado para procesar y separar la retacería de los cables en desuso generados durante el proceso productivo. Este equipo cuenta con un sistema de corte y separación que permite despojar los cables de sus fases de aislamiento y separar los materiales valiosos, como el cobre, del plástico las características del equipo adquirido y en la Figura 5 y Figura 6 la representación gráfica.

Tabla 7*Descripción de la máquina*

N°	Perfil	Descripción
1	Modelo	BKGM 80-50 Máquina trituradora de cobre
2	Potencia del motor	75 kw/ 100 CV
3	Capacidad	600 kg/hora
4	Peso	4,500.00 kg

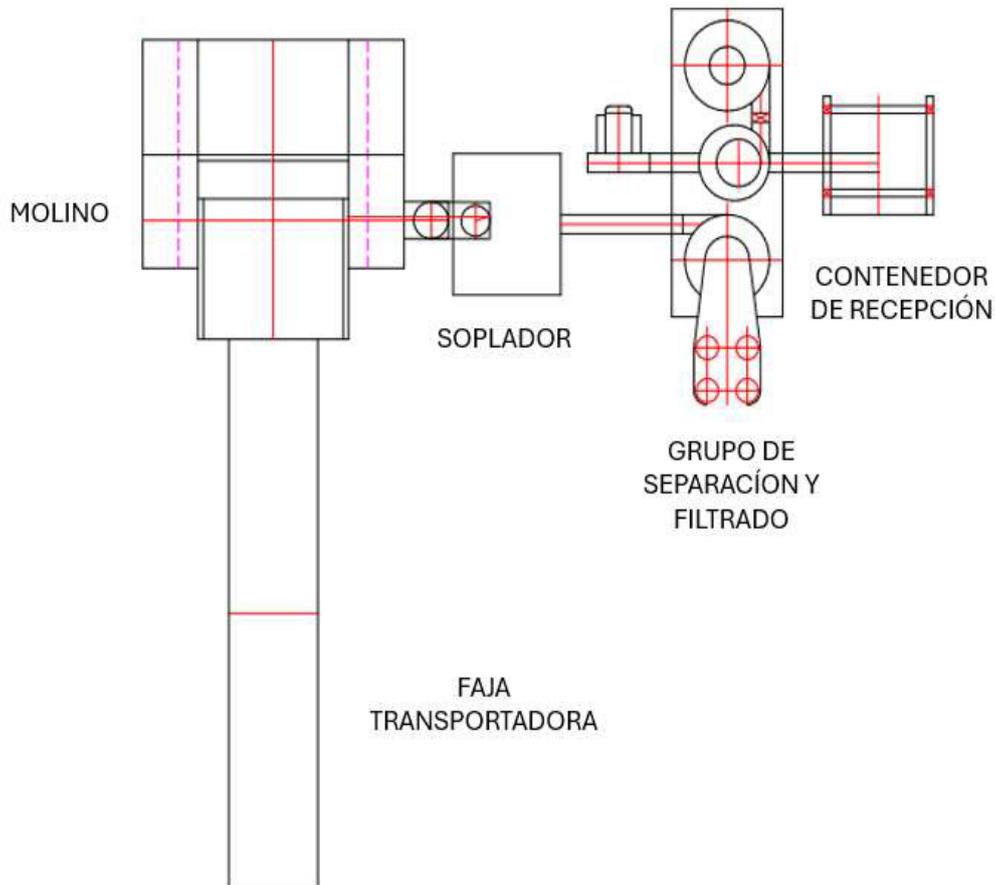
Continuación de la tabla

5	Sistema de refrigeración	Cuerpo y cojinetes refrigerados por agua
6	Propiedades	Mantenimiento fácil de hacer y las cuchillas se pueden ajustar fácilmente. Trabaja seguro con el cuerpo de acero en su estructura.

Figura 5

Vista lateral de la máquina instalada



Figura 6*Layout de la máquina*

2.7.3. Cronograma de implementación

El cronograma de implementación del proyecto requirió de cinco meses para la puesta en marcha y consta de las siguientes etapas:

2.7.3.1. Acondicionamiento del espacio de trabajo. En esta primera etapa, el proceso se subdividió en nueve fases, cada una centrada en la evaluación de diversas propuestas para el acondicionamiento del espacio de trabajo. Posteriormente, se abordó la construcción e implementación de los requisitos necesarios, conforme al marco normativo aplicable, asegurando el cumplimiento de las normativas y estándares establecidos.

Tabla 8*Cronograma de actividades del acondicionamiento del espacio de trabajo*

Actividad	Avance	Fecha de inicio	Fecha de término
Evaluación de cotizaciones	100%	06-02-2023	15-02-2023
Aprobación del presupuesto y generación de orden de compra	100%	16-02-2023	24-02-2023
Desmontaje de estructuras y almacenes	100%	22-03-2023	28-03-2023
Desmontaje del sistema de agua (red)	100%	23-03-2023	08-04-2023
Construcción de loza	100%	02-03-2023	11-05-2023
Construcción de nave (estructura)	100%	16-03-2023	21-04-2023
Montaje del nuevo sistema de agua (red)	100%	01-04-2023	25-04-2023
Tendido de acometida eléctrica	100%	20-03-2023	04-05-2023
Sistema de detección y alarma contra incendios	100%	01-05-2023	05-05-2023

2.7.3.2. Instalación y puesta en marcha de la máquina. La segunda etapa abarcó las actividades de ingeniería, que incluyeron el armado, ensamblaje y montaje de los componentes, así como la revisión de las conexiones eléctricas y mecánicas. Esta fase finalizó con la realización de las pruebas de funcionamiento, las cuales permitieron verificar la operatividad y el rendimiento del proceso. Lo antes mencionado consta de mayor detalle en la Tabla 9.

Tabla 9

Cronograma de actividades de instalación y puesta en marcha

Actividad	Avance	Fecha de inicio	Fecha de término
Etapa de ingeniería y puesta en marcha			
Armado, ensamblando y montaje	100%	08-05-2023	12-05-2023
Conexiones eléctricas	100%	13-05-2023	14-05-2023
Conexiones mecánicas	100%	13-05-2023	15-05-2023
Pruebas de funcionamiento	100%	15-05-2023	30-06-2023

A continuación, se presenta una selección de figuras que ilustran las actividades realizadas antes de la puesta inicial del proceso principal.

Figura 7

Construcción de loza (cimentación)



Nota. En la siguiente figura se observa los insumos utilizados durante la etapa de construcción.

Figura 8

Montaje y construcción de la nave principal



Nota. En la siguiente figura se ilustra el proceso de construcción y ensamblaje de la infraestructura de la nave principal.

Figura 9

Tratamiento de suelo



Nota. En la siguiente figura se observa el acabado final de las actividades de construcción y sedimentación, asimismo, se ve el proceso implementado en la loza (tratamiento de suelo).

Figura 10

Conexión de la red de energía, agua y sistema de ventilación



Nota. En la siguiente figura se visualiza la entrega de la nave principal habiendo implementado el conexionado energético, de agua y la ventilación.

Figura 11

Instalación y ensamblaje de máquina principal



Nota. En la siguiente figura se observa la maquinaria instalada en el área de trabajo.

2.7.3.3. Procedimiento funcional. El proceso desarrollado establece las acciones y pasos necesarios para lograr el objetivo de reciclar y utilizar los residuos generados durante la producción de los conductores eléctricos. Este proceso abarca desde la recolección y clasificación de los retazos en desuso, hasta su procesamiento para separar materiales reciclables, como el cobre, y su inclusión dentro del proceso tradicional de fundición. Se presenta una selección de figuras que ilustran las actividades durante el desarrollo del proceso principal.

Etapas 1: Recepción y clasificación del material (retacería de cables en desuso)

Figura 12

Retacería de cables en desuso



Etapa 2: Ingreso del material por la faja transportadora hacia el proceso de triturado.

Figura 13

Ingreso del material por la faja transportadora



Etapa 3: Proceso de trituración y molienda, para la posterior separación del cobre de los plásticos.

Figura 14

Trituración de los cables



Etapa 4: Separación por densidad de materiales, recuperación del cobre y merma de plásticos.

Figura 15

Material cobre granulado



Etapa 5: Traslado y pesaje de material cobre recuperado.

Figura 16

Traslado del material cobre recuperado hacia horno de fundición



Etapa 6: Adición del cobre recuperado al proceso de producción tradicional.

Figura 17

Material recuperado ingresado el proceso de fundición



Etapa 7: Salida del alambre de cobre del proceso de fundición

Figura 18

Alambre de cobre con material reciclado



Figura 19

Diagrama vectorial de la puesta en marcha de la máquina

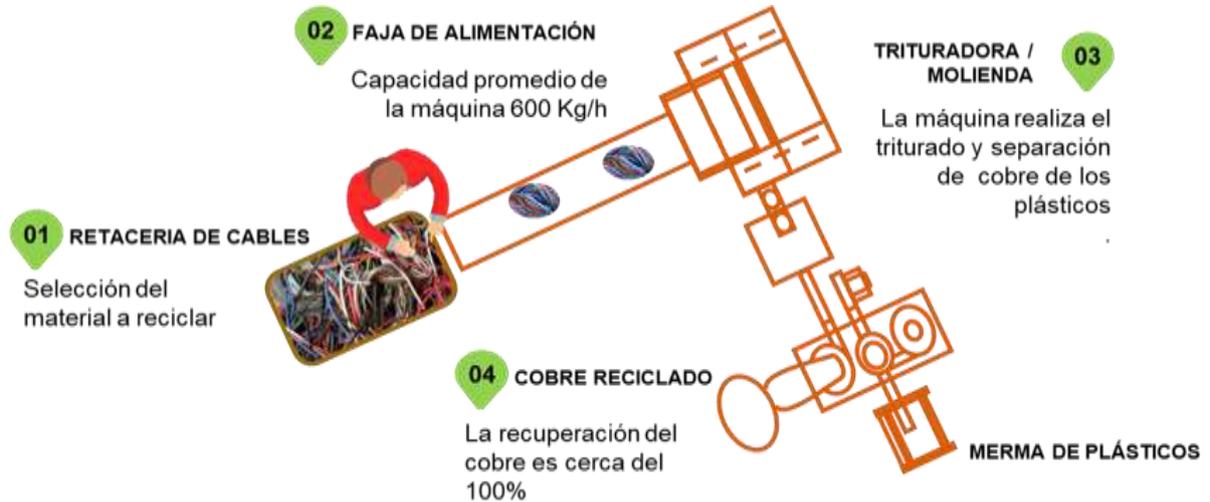
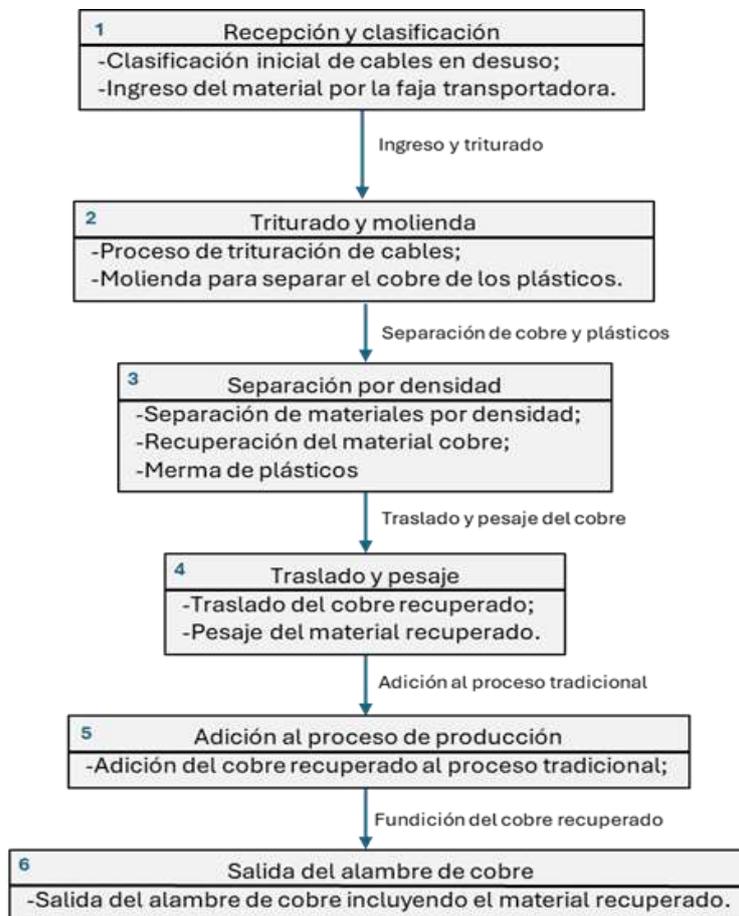


Figura 20

Diagrama de flujo proceso de recuperación de cobre de retacería de cables en desuso



2.7.4. Aspecto e impactos ambientales

En función de lo revisado sobre el proceso específico de la máquina y su operación inicial, podemos indicar que el componente ruido y residuos deben considerar lo siguiente:

Ruido: Monitoreo periódico a fin de garantizar cumplimiento del DS N°085-2003-PCM, reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental del ruido. Zona industrial.

Residuos: Para el caso de la merma de plásticos generada a partir de la puesta inicial de la máquina, se viene evaluando nuevas alternativas para el reaprovechamiento, sin embargo, por el momento se viene gestionando con una empresa que opera residuos.

Tabla 10

Registros de los parámetros de ruido–periodo diurno

Estaciones	Fecha	Hora	Descripción	Resultado	ECA ruido
RA-01	19/09/24	12:00	Punto externo a la planta	70.2	80
RA-02	19/09/24	12:30	Punto externo a la planta	73.5	80
RA-03	19/09/24	13:00	Punto externo a la planta	70.4	80
RA-04	19/09/24	13:30	Punto externo a la planta	70.8	80

Nota. Monitoreo ambiental ejecutado en septiembre de 2024

Tabla 11

Registros de los parámetros de ruido–periodo nocturno

Estaciones	Fecha	Hora	Descripción	Resultado	ECA ruido
RA-01	19/09/24	22:00	Punto externo a la planta	62.0	70
RA-02	19/09/24	22:30	Punto externo a la planta	60.8	70
RA-03	19/09/24	23:00	Punto externo a la planta	59.6	70
RA-04	19/09/24	23:30	Punto externo a la planta	58.7	70

Nota. Monitoreo ambiental ejecutado en septiembre de 2024

2.8. Resultados

De acuerdo con la estructura del cable, en la Figura 2 visualizamos un diagrama de sección transversal de un cable eléctrico, donde se pueden observar los componentes que típicamente conforman un cable de este tipo.

Compuesta por tres elementos:

- La capa o cubierta protectora
- El aislante
- El alma conductora

El mayor valor representativo se encuentra en el elemento conductor, para el caso del presente informe los resultados están orientados en el aprovechamiento del cobre.

Estos tres componentes permiten un mejor aprovechamiento y conducción

Por ello, se detalla los resultados obtenidos en atención a los objetivos planteados en el presente informe desde la puesta en marcha del proyecto.

2.8.1. Resultados 2023

Para el caso del primer año de ejecución del proyecto, el cual fue iniciado con éxito en el mes de Julio, se describe a continuación los resultados obtenidos en la Tabla 12, por ello, se muestra también claramente en la Figura 21 y Figura 22.

Tabla 12*Cantidad de cobre aprovechado sobre la producción total de alambrán en el 2023*

Mes	Cobre recuperado (t)	Producción alambrán (t)	% Aprovechado
Enero	-	3,633.90	0.00%
Febrero	-	5,154.90	0.00%
Marzo	-	2,889.40	0.00%
Abril	-	1,916.80	0.00%
Mayo	-	2,382.40	0.00%
Junio	2.80	1,823.30	0.15%
Julio	20.30	2,124.60	0.96%
Agosto	19.80	2,597.00	0.76%
Septiembre	18.70	3,619.70	0.52%
Octubre	19.20	3,367.90	0.57%
Noviembre	13.20	3,958.40	0.33%
Diciembre	20.20	2,217.60	0.91%
Total	114.20	35,685.90	0.32%

Nota. Base de datos de la empresa

Figura 21

Cantidad de cobre aprovechado en el 2023

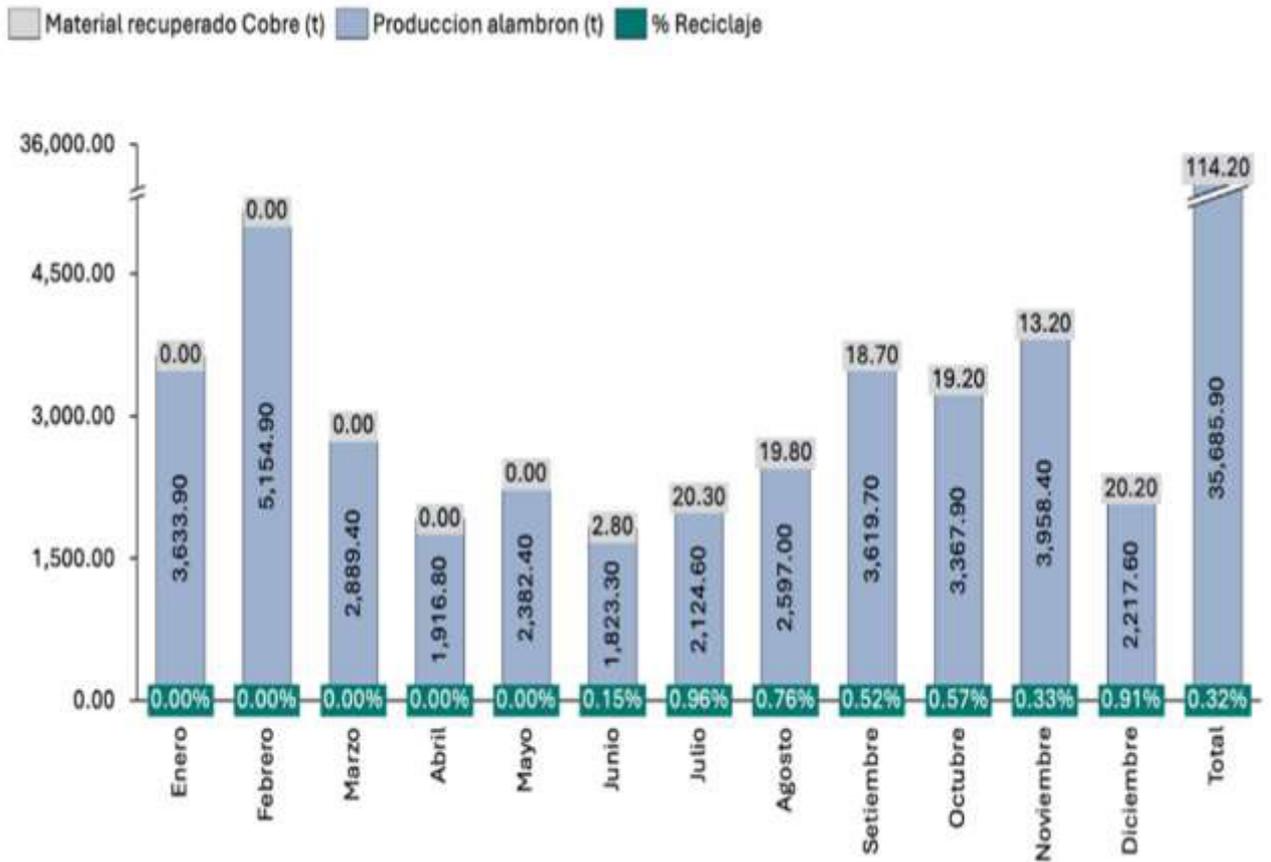
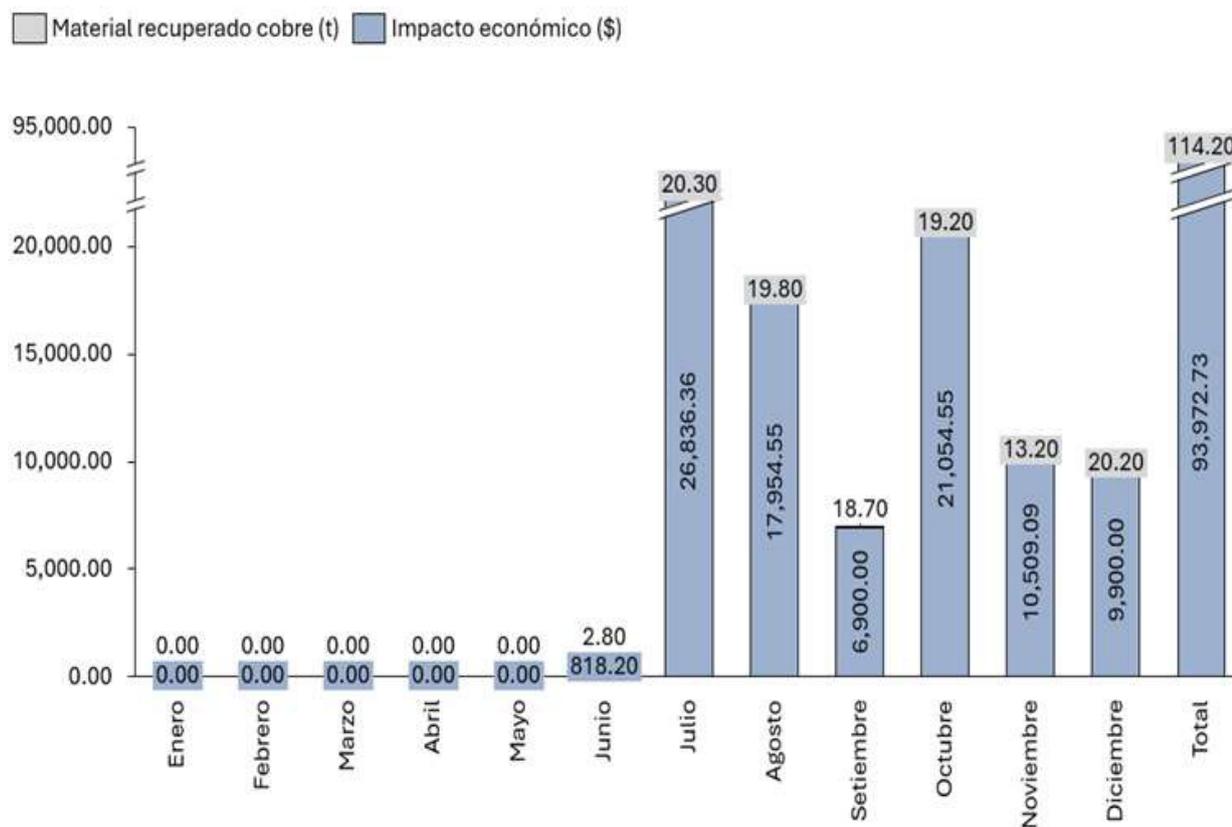


Tabla 13*Impacto económico del cobre reciclado en el 2023*

Mes	Cobre recuperado (t)	Producción alambre (t)	Impacto económico (\$)
Enero	-	3,633.90	-
Febrero	-	5,154.90	-
Marzo	-	2,889.40	-
Abril	-	1,916.80	-
Mayo	-	2,382.40	-
Junio	2.80	1,823.30	818.20
Julio	20.30	2,124.60	26,836.36
Agosto	19.80	2,597.00	17,954.55
Septiembre	18.70	3,619.70	6,900.00
Octubre	19.20	3,367.90	21,054.55
Noviembre	13.20	3,958.40	10,509.09
Diciembre	20.20	2,217.60	9,900.00
Total	114.2	35,685.90	93,972.73

Nota. Base de datos de la empresa

Figura 22*Impacto económico generado en el 2023***2.8.2. Resultados a octubre del 2024**

Para el caso del segundo año de puesta en funcionamiento del proyecto, el cual se viene desarrollando en el presente año el impacto del aprovechamiento del cobre ha aumentado significativamente respecto al año anterior, se detalla a continuación los resultados obtenidos en la Tabla 14, en la Figura 23 y Figura 24 se observará con mayor detalle los resultados obtenidos.

Tabla 14*Cantidad de cobre aprovechado sobre la producción total de alambIÓN a octubre de 2024*

Mes	Cobre recuperado (t)	Producción alambIÓN (t)	% Aprovechado
Enero	8.20	4,181.30	0.20%
Febrero	18.50	3,216.20	0.58%
Marzo	25.20	3,842.90	0.66%
Abril	46.20	2,871.30	1.61%
Mayo	36.00	3,075.90	1.17%
Junio	14.40	3,349.60	0.43%
Julio	17.10	3,251.10	0.53%
Agosto	26.60	3,151.80	0.84%
Septiembre	10.60	2,903.80	0.37%
Octubre	24.50	3,056.70	0.80%
Total	227.30	32,900.60	0.69%

Nota. Base de datos de la empresa

Figura 23

Cantidad de cobre aprovechado a octubre de 2024

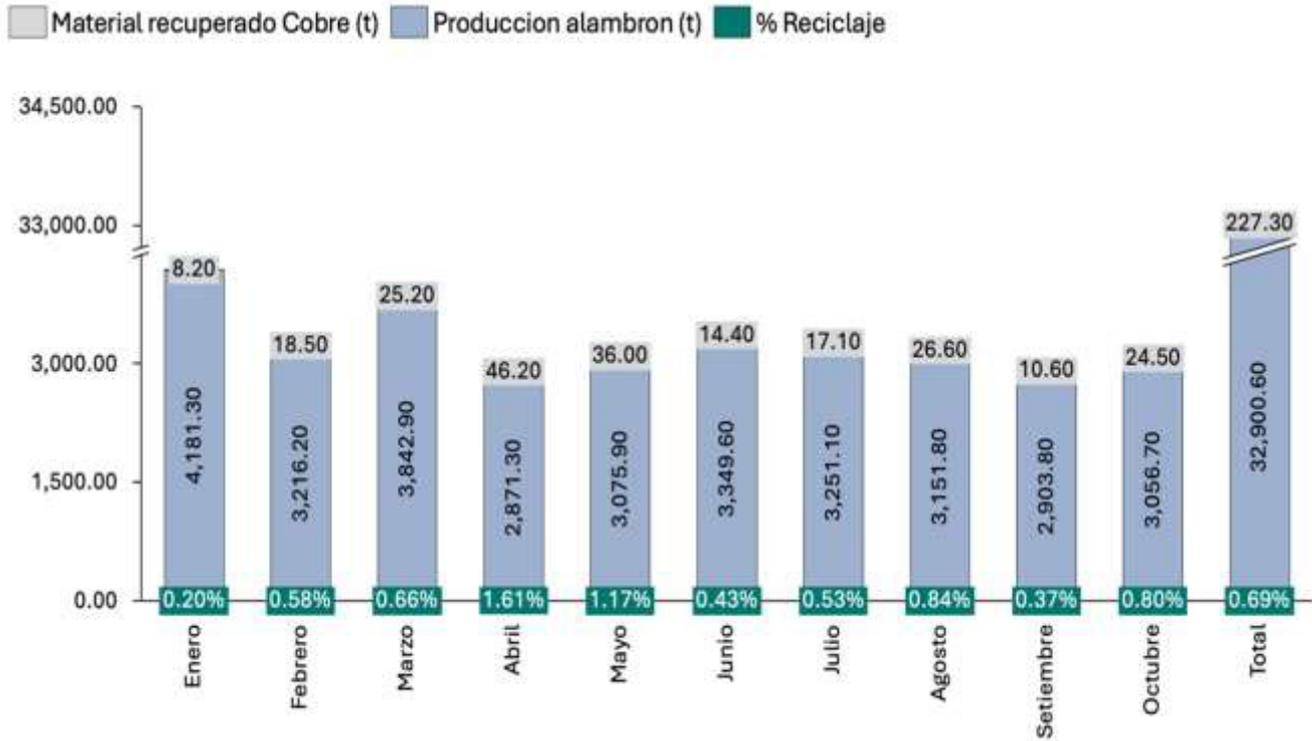
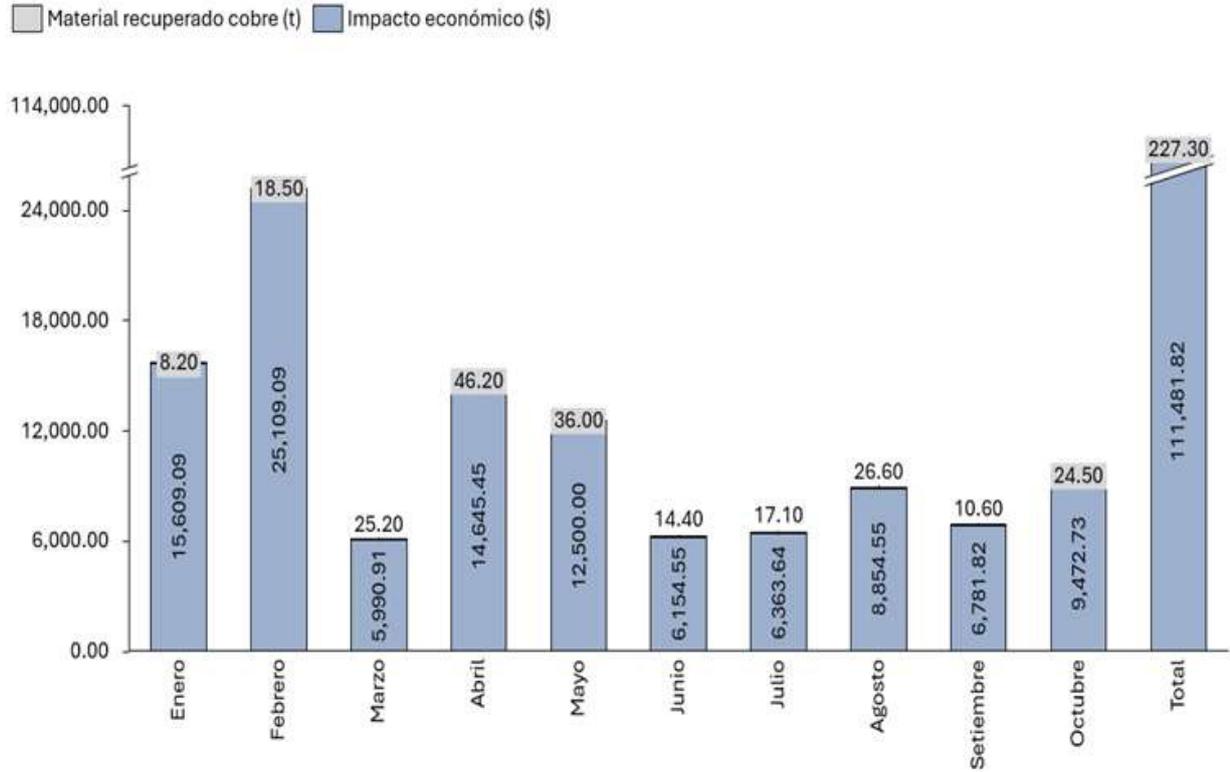


Tabla 15*Impacto económico del cobre reciclado a octubre de 2024*

Mes	Cobre recuperado (t)	Producción alambIÓN (t)	Impacto económico (\$)
Enero	8.20	4,181.30	15,609.09
Febrero	18.50	3,216.20	25,109.09
Marzo	25.20	3,842.90	5,990.91
Abril	46.20	2,871.30	14,645.45
Mayo	36.00	3,075.90	12,500.00
Junio	14.40	3,349.60	6,154.55
Julio	17.10	3,251.10	6,363.64
Agosto	26.60	3,151.80	8,854.55
Septiembre	10.60	2,903.80	6,781.82
Octubre	24.50	3,056.70	9,472.73
Total	227.30	32,900.60	111,481.82

Nota. Base de datos de la empresa

Figura 24*Impacto económico generado a octubre de 2024*

2.9. Discusión de Resultados

En los resultados alcanzados según (Dávalos, 2022) se visibiliza un déficit importante en la gestión y aprovechamiento de los residuos de cables eléctricos debido a la falta de conocimiento de nuevas metodologías y a la carencia de recursos que permita realizar dicha actividad y tener como resultado principal el mayor aprovechamiento del elemento cobre. A diferencia del presente trabajo sustentado en el aprovechamiento de la retacería de cables en desuso mediante nuevos procesos y tecnología aplicada, ha permitido reutilizar este material de manera más eficiente en los procesos productivos tradicionales.

Lo resultados obtenidos están relaciones con las afirmaciones de (Espinoza, 2022) y (Carrillo y Pomar, 2021) que destacan el impacto positivo de las tendencias en adopción e inclusión del modelo de economía circular como parte de la estrategia de una empresa. En particular, cómo el enfoque de economía circular aplicada en la organización generó un efecto favorable en la rentabilidad y en el uso eficiente de los recursos, teniendo también como actividad a mediano plazo y en base al sistema de economía circular implementado, el fortalecimiento de la sostenibilidad empresarial en la organización.

A continuación, y como parte del análisis de resultados se presentan los datos correspondientes a la cantidad de material reciclado (cobre) y sus métricas comparativas entre los años 2023 y 2024, así como el impacto económico en dicho período, lo cual podrá ser evidenciado en la Figura 25 y Figura 26.

Figura 25

Cantidad de material cobre aprovechado periodo 2023-2024

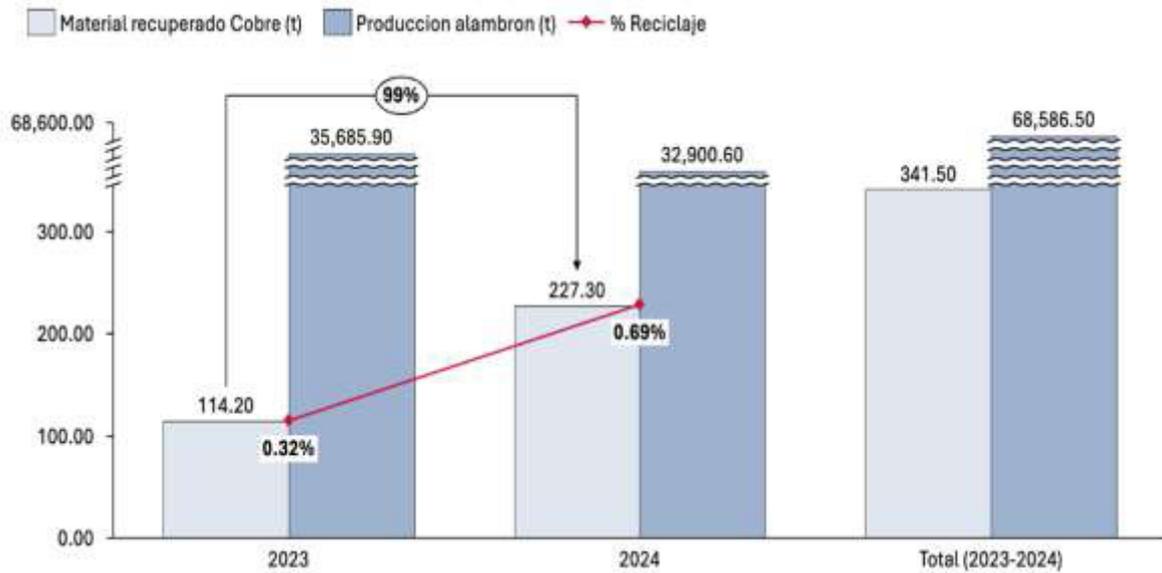
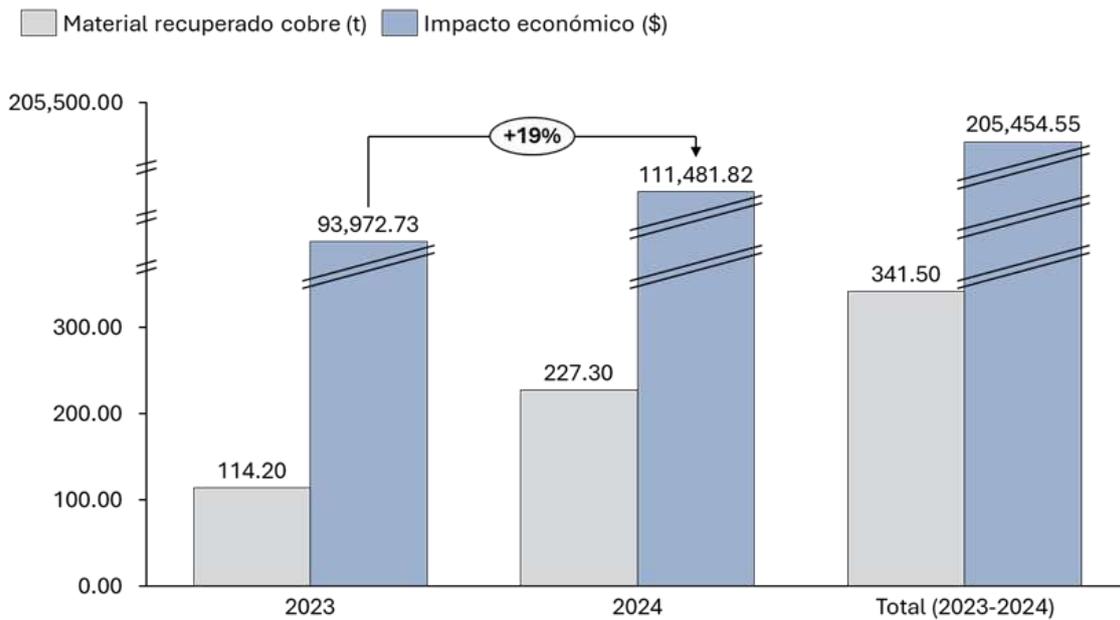


Figura 26

Impacto económico por material cobre aprovechado periodo 2023-2024



III. APORTES MÁS DESTACABLES DE LA EMPRESA

A continuación, detallamos los aportes realizados a la organización, por el autor:

- Desarrollo e inclusión del principio de economía circular en las actividades de la organización.
- Fortalecimiento de la conciencia ambiental en la organización, en todos los niveles, a través de campañas y programas ambientales.
- Modificación y actualización de Instrumentos de Gestión Ambiental (PAMA-ITS).
- Seguimiento y ejecución de compromisos ambientales de acuerdo con lo establecido en el instrumento de gestión ambiental vigente.
- Obtención y preservación de certificación de sistema de gestión ISO 14001.
- Fortalecimiento y control de la gestión de residuos sólidos, resaltando la valorización de residuos no peligrosos.
- Digitalización del sistema de gestión ambiental mediante el uso de software especializados como Isolution y Power Bi.
- Desarrollo y obtención de certificación de huella de carbono producto, a efecto de determinados productos de la empresa.
- Cálculo de la huella de carbono organización a través de la metodología ISO 14067.
- Ejecución de proyectos de eficiencia energética.
- Reconocimientos por diferentes clientes, como empresa “Sostenible”.

IV. CONCLUSIONES

El presente informe ha abordado la problemática de la retacería de cables en desuso bajo un enfoque de economía circular, con el objetivo principal de ejecutar su aprovechamiento en el proceso productivo tradicional en una empresa de fabricación de conductores eléctricos. Se ha evidenciado que la implementación de prácticas circulares para la gestión de estos materiales ofrece una oportunidad significativa para la recuperación de recursos valiosos y en la generación de un impacto económica favorable para la organización.

A continuación, a partir de los resultados obtenidos y en atención a los objetivos específicos se concluye con lo siguiente:

- 4.1. Los resultados establecen que el aprovechamiento de retacería de cables mediante procesos de reciclaje y su posterior reutilización, mediante el uso de nuevas tecnologías permite una mayor eficiencia en la separación de metales y plásticos, facilitando así su reintegración en el ciclo productivo, tal es el caso que para los periodos 2023 y 2024 se reutilizaron 114.20 y 227.30 toneladas de material cobre respectivamente.
- 4.2. Además, de esta manera, se valida la idea de que la economía circular no solo es beneficiosa para el ambiente, sino también para la viabilidad económica de la empresa, como consecuencia podemos afirmar los beneficios económicos que significó para la empresa, al reducir los costos asociados a la compra de nueva materia prima, durante los periodos 2023 y 2024, el impacto económico fue 93,972.73 y 111,481.82 dólares respectivamente, por cantidad de material de cobre reciclado en los periodos antes mencionado.
- 4.3. En definitiva, el aprovechamiento de retacería de cables en desuso bajo el enfoque de la economía circular no solo representa una alternativa viable para el fortalecimiento de la gestión ambiental en la empresa, sino que también abre la puerta a la mejora en el proceso

productivo tradicional, al utilizar materiales reciclados, contribuyendo a generar impactos económicos favorables, promoviendo un proceso productivo más circular, y eficiente.

V. RECOMENDACIONES

5.1. Identificar nuevas oportunidades de ingreso de retacería de cables en desuso, con el propósito de incrementar la cantidad de material cobre reciclado en el proceso productivo tradicional.

5.2. Establecer con los stakeholders alianzas para recolección de cables en desuso y generar conciencia sobre la importancia del reciclaje de estos materiales.

5.3. Gestionar una estrategia de comunicación para mantener informados a los stakeholders sobre los avances del proyecto y sus beneficios.

5.4. Desarrollar oportunidades de mejora para la reutilización de la merma plástica proveniente de la separación del cobre, con la finalidad de optimizar el aprovechamiento de los materiales y reducir los residuos.

5.5. Establecer un programa de mantenimiento preventivo para la máquina, con el propósito de garantizar la estabilidad operativa y la eficiencia en la producción.

5.6. Realizar una evaluación del impacto ambiental del proyecto, para medir la reducción de residuos y su impacto en las emisiones de carbono asociadas con el reciclaje de cables en desuso.

VI. REFERENCIAS

- Araya , J. y Sandoval, F. (2001). *Manuel técnico: Conductores Eléctricos* (1a ed.). Universidad de Chile. <https://www.studocu.com/cl/document/duoc-uc/electricidad/conductores-electricos/61343866>
- Asaff , V. y Salazar, O. (2019). *Economía circular: una estrategia aplicable a la gestión integral de los residuos sólidos*. [Tesis de doctorado, Universidad Santiago de Cali]. Repositorio institucional de USC. <http://repositorio.usc.edu.co/handle/20.500.12421/4520>
- Carrillo, G. y Pomar, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 9(23), 17.<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933>
- Cosavalente , M. y Gonzales , J. (2022). *Evaluación del impacto de la economía circular en la gestión*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/100354/Cosavalente_CMJ-Gonzales_PJM-SD.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Dávalos, A. (2022). *Propuesta de un Plan de Gestión ambiental de Residuos de Cables eléctricos en una Organización de Recicladores de oficio de la Ciudad de Santiago de Cali*. [Trabajo de titulación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional de UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/49173/amdavalosh.pdf?sequence=3>
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, modificada por Decreto Supremo N° 001-2022-MINAM. (24 de abril de 2017).

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-decreto-legislativo-ndeg-1278-decreto-legislativo-que-aprueba>

- Espinoza, R. (2022). *Economía Circular y Sostenibilidad Empresarial de la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi, Sayán-2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional de UNJFSC. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-jose-faustino-sanchez-carrion/fisica/tesis-espinoza-gallardo-rudy-zeltic-compressed/99524220>
- Gómez, M. y Méndez, M. (2017). *Factores incidentes para crear valor compartido en las mipymes de Bogotá*. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.10.003>
- Huillca, L. y Vergara, A. (2022). *Impacto de la economía circular para la reducción de la huella de carbono en las actividades de la Municipalidad de Taray-2022*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional de UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106720>
- Lehmann, L. (2019). *Economía circular el cambio cultural: de la gestión de residuos a la gestión de recursos*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/2955>
- Ministerio del Ambiente [MINAM] (2017). *Plan de Manejo Ambiental*. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-huancavelica/archivos/public/docs/7_cap_vii_plan_de_manejo_ambiental.pdf

VII. ANEXOS

Anexo A: Panel fotográfico

Fotografía 1

Revisión en campo con responsable del proceso de producción.



Fotografía 2

Validación en el proceso con operador de maquina respecto a condiciones del cobre con material reciclado.



Fotografía 3

Capacitación al personal operativo.

**Fotografía 4**

Despliegue a stakeholders respecto a la estrategia de sostenibilidad de la organización.



Fotografía 5

Recepción de retacería de cables en desuso.

**Fotografía 6**

Retacería de cable en desuso (cobre + eva).



Fotografía 7

Proceso de ingreso a la faja transportadora de retacería de cables en desuso, para el posterior proceso de separación del metal del plástico.

**Fotografía 8**

Cobre trefilado con material reciclado, listo para ingresar al proceso de cableado.



Anexo B: Tabla control interno con frecuencia mensual

Formato interno digital de control mensual sobre la cantidad de material cobre aprovechado en la fabricación final de alambρόn de cobre.

Tabla control - Material aprovechado en la producción del alambρόn de cobre													
Año:	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Budget (T)													
Cobre desnudo													
Granulado													
Cables clientes													
Total material													
Producción alambρόn													
% Aprovechamiento													
Nota: La información recopilada para completar la tabla, se obtiene del sistema en línea propio de la empresa.													

Anexo C: Mapa de ubicación

Mapa de ubicación empresa Nexans Perú, con dirección en Av. Universitario Sur 583- Cercado de Lima.

