

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO
SANTA MARÍA SEDE VIÑA DEL MAR-
JOSÉ MIGUEL CARRERA**

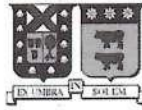
**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA
CREACIÓN DE UNA EMPRESA PARA LA VALORIZACIÓN DE PATIOS
DE RESIDUOS EN MINERA ESCONDIDA LTDA**

Trabajo de Titulación para
optar al Título Profesional de
Ingeniero de Ejecución en
Gestión Industrial.

Alumno(a):
Guido Alexis Garay Fuentes

Profesor Guía:
Sr. Ing. Cristian Pavez

2024



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Estudio de prefactibilidad técnica y económica para la creación de una empresa para la valorización de patios de residuos en minera escondida ltda.

Nombre del candidato(a): Guido Alexis Garay Fuentes

Carrera / Grado: Ingeniero en ejecución en gestión Industrial

Campus: Viña del Mar; Departamento: Ingeniería Residencial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Cristian Andres Pavez Barrios, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses; 12 meses; 2 años; 3 años; 5 años; 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 27-06-2025

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 27-06-2025

; Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN.....	8
Introducción	9
Antecedentes que justifican el proyecto.....	10
Objetivo general y objetivos específicos	12
Objetivo General	12
Objetivos Específicos	13
Alcance de la investigación.....	13
Definición de la investigación.....	14
Diagnóstico y metodología de evaluación	15
Modalidad de la Investigación	15
Diseño de la Investigación.....	16
Tipo de Investigación	16
Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos.....	17
Observación Directa.....	17
Revisión Documental	17
Fichas Bibliográficas	18
Técnica de Análisis de los Datos.....	18
Análisis PEST	19
FODA	19
Procedimiento de la Investigación.....	20
Fase de Diagnóstico.....	21
Fase de Alternativa o Solución	21
Diagnóstico de la situación	22
Ingresos por procesamiento del cartón.....	30
Ingresos por procesamiento del Aluminio.....	31
Ingresos por procesamiento del plástico	32
Ingresos por procesamiento de Vidrio	33
Ingresos por procesamiento de Batería.....	34

Ingresos por procesamiento de Hojalata	35
Propuesta de implementación.....	37
Implementación de sistemas automatizados basado en la instalación de equipos robóticos con Inteligencia Artificial en las plantas recicladoras del país.....	37
Robots de reciclaje	37
Utilización de inteligencia artificial (IA)	38
Beneficios de la utilización de nueva tecnología en el proceso de reciclaje	38
Implementación de un plan de gestión para el cumplimiento de la responsabilidad extendida del productor	39
Plan de gestión de residuos orgánicos con base a la economía circular	56
Resultados.....	63
Conclusión.....	69
Bibliografía.....	73
ANEXOS.....	76
ANEXO 1	76
ANEXO 2	77

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Evolución de los tipos de residuos en Chile desde el 2015 al 2019.	10
Ilustración 2. Modelo PESTEL	19
Ilustración 3. Modelo FODA y estrategias	20
Ilustración 4. Diagrama de funcionamiento Ley N° 20.920	25
Ilustración 5. Comparación de estimación total nacional de RCD generados por edificación vs declaración en RETC (2015 -2018)	27
Ilustración 6. Disposición final de residuos (2015-2018)	29
Ilustración 7. Datos de Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (2024)	30
Ilustración 8. Ingresos por procesamiento del Aluminio	31
Ilustración 9. Ingresos por procesamiento del plástico	33
Ilustración 10. Ingresos por procesamiento de Vidrio.....	34
Ilustración 11. Ingresos por procesamiento de Batería	35
Ilustración 12. Ingresos por procesamiento de Hojalata.....	36
Ilustración 13. Estimación de procesamiento de Aluminio con sistema automatizado.	64
Ilustración 14. Estimación de procesamiento de Cartón con sistema automatizado....	65
Ilustración 15. Estimación de procesamiento de Cartón con sistema automatizado....	65
Ilustración 16. Estimación de procesamiento de Batería con sistema automatizado ...	66
Ilustración 17. Estimación de procesamiento de Hojalata con sistema automatizado .	66
Ilustración 18. Estimación de procesamiento de Vidrio con sistema automatizado	67
Ilustración 19. Estimación de ingresos con sistema automatizado	68
Ilustración 20. Maquinarias	77
Ilustración 21. Personal capacitado	78
Ilustración 22. Materia prima.....	79
Ilustración 23. Fábricas con reciclaje	80
Ilustración 24. Planta recicladora	81
Ilustración 25. Fabricación de un segundo producto	82

Ilustración 26. Capacitación del personal.....	83
Ilustración 27. Beneficios Obtenidos	84

Índice de tablas

Tabla 1. Meta anual de los residuos domiciliarios	23
Tabla 3. Generación sectorial de residuos en Chile desde el 2016 hasta 2022	26
Tabla 4. Manual de Funciones - Gerente General	41
Tabla 5. Manual de funciones - Auxiliar de procesos	42
Tabla 6. Manual de funciones – Chofer	43
Tabla 7. Manual de funciones – Asistente ejecutiva.....	44
Tabla 8. Manual de funciones - Asesor Comercial y Marketing.....	45
Tabla 9. Inversión de equipos para operación.	46
Tabla 10. Gastos en Equipos de Protección Personal y Seguridad.....	46
Tabla 11. Elementos clave en la gestión de residuos.....	48
Tabla 12. Criterios de clasificación de los residuos	48
Tabla 13. Clasificación de los elementos	49
Tabla 14. Comparación gestión actual y gestión estratégica.....	51
Tabla 15. Plan de acción para la gestión sostenible de residuos	58
Tabla 16. Plan de acción para la gestión sostenible de residuos (Etapa II).....	60
Tabla 17. Objetivos y metas para la gestión de residuos orgánicos en Ovalle	62
Tabla 18. Maquinarias	77
Tabla 19. Personal capacitado.....	78
Tabla 20. Materia Prima.....	79
Tabla 22. Planta recicladora	81
Tabla 23. Fabricación de un segundo producto	82
Tabla 24. Capacitación del personal	83
Tabla 25. Beneficios Obtenidos	84

RESUMEN

La sostenibilidad ambiental se ha consolidado como una prioridad en la agenda global, especialmente en sectores con alto impacto como la minería. Una encuesta reciente sobre el tema evidenció un consenso significativo: la mayoría de los participantes está de acuerdo con la promoción de prácticas sanas para el ambiente, subrayando la urgencia de implementar estrategias sostenibles en las actividades industriales. En este contexto, se propone un sistema automatizado de valorización y reutilización de residuos sólidos, enfocado en la clasificación de materiales reciclables como chatarra metálica y plásticos. Esta iniciativa busca no solo reducir el impacto ambiental de las operaciones mineras, sino también optimizar el aprovechamiento de los recursos mediante la economía circular. La implementación de este sistema responde a dos grandes desafíos. Primero, la minería genera residuos significativos, muchos de ellos potencialmente reciclables. Al no gestionarse adecuadamente, contribuyen a la contaminación del suelo, aire y agua. Segundo, la creciente presión normativa y social obliga a las empresas a adoptar medidas más responsables para minimizar su huella ambiental. El sistema automatizado permitiría la separación eficiente de materiales mediante tecnologías avanzadas como sensores ópticos y algoritmos de inteligencia artificial. Esto garantiza una clasificación precisa, maximizando la cantidad de materiales reutilizables y minimizando los desechos no reciclables. Además, la reutilización de chatarras y plásticos reduce la demanda de extracción de materias primas, disminuyendo los costos operativos y el impacto ambiental asociado. La valorización de residuos sólidos no solo beneficia al medio ambiente, sino también a las operaciones mineras y a las comunidades cercanas. Económicamente, este sistema puede generar ingresos adicionales a través de la comercialización de materiales reciclados y reducir los costos asociados a la disposición final de residuos. Socialmente, contribuye a mejorar la percepción pública de la industria minera, mostrando su compromiso con la sostenibilidad.

Palabras claves: residuos Sólidos, impacto ambiental, aprovechamiento de recursos

Introducción

En beneficio de la sociedad, se ha planteado en repetidas ocasiones la posibilidad de transformar un residuo, en beneficios del tipo ecológico, social y económico, mediante procesos industriales. Por medio de estudios económicos, técnicos, financieros o de evaluación social, se valora la posibilidad de éxito de un proyecto y se existe en esos casos una base objetiva sobre la cual se puede tomar una decisión que permita alcanzar el éxito y rentabilidad.

Para el caso particular de este trabajo de investigación se hace la propuesta para la implementación de un nuevo sistema de valorización y reutilización de desechos sólidos generados en Minera Escondida, el cual permitirá la disminución del impacto ambiental y económico.

Se persigue con ello el poder procesar este recurso que, al dejar de ser utilizado en talleres y depósitos de la empresa, generan contaminación en gran parte de las áreas y estando a la intemperie se convierten en guaridas para animales como ratones, moscas e incluso depósitos de larvas y zancudos, siendo estos últimos causantes de enfermedades.

Se espera entonces, que siendo las partes de piezas mecánicas, como materia prima y plásticos se pueda obtener de ellos la elaboración de productos para de esta manera darle un segundo uso y sirviendo esto como una salida práctica a la problemática existente, que además si bien es rentable y permite la obtención de beneficios económicos, también se favorecerá a la comunidad en general y a aquellas instituciones u organizaciones que deseen disminuir la contaminación.

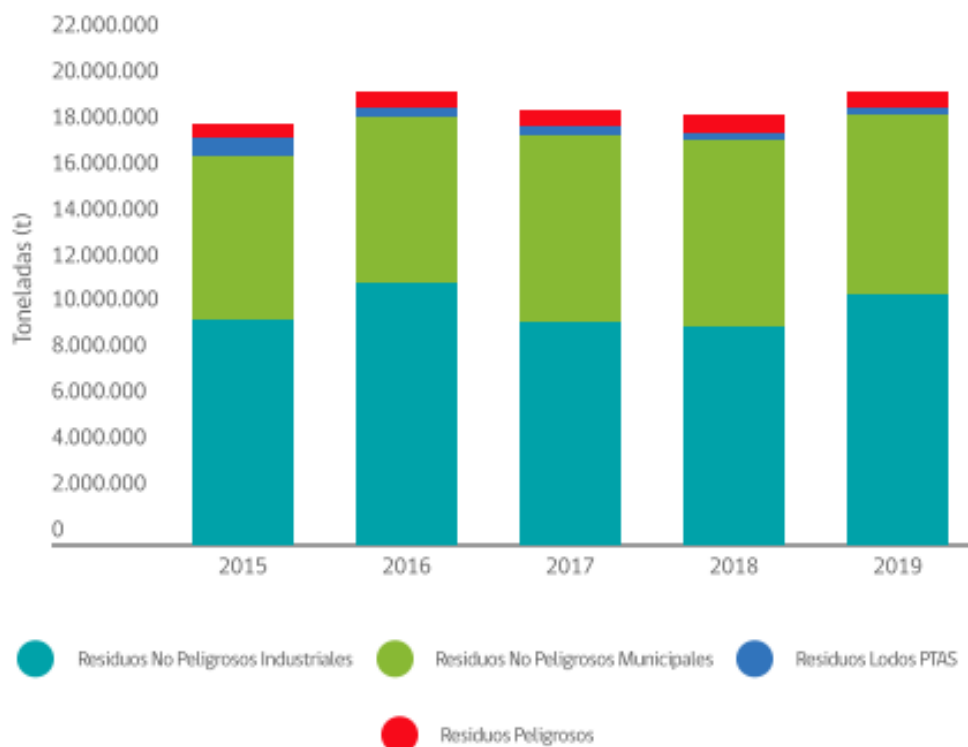
A continuación, se presenta la estructura a desarrollar durante el proceso de investigación, para dar a conocer cada paso específicamente, tomando en cuenta la propuesta antes descrita se desarrollará considerando los siguientes capítulos: Capítulo 1: Diagnostico y metodología de evaluación dónde se presentará la situación actual de desechos en la empresa y los métodos a usar para desarrollar la propuesta. Capítulo 2: Planteamiento y análisis de medidas a tomar para lograr alianzas estratégicas con el sector privado para el procesamiento de materiales y convertirlos en productos útiles. Así como la implementación de procesos que facilite su segregación, enfardado y transporte; Capítulo 3: Evaluación económica del impacto económico y ambiental de reciclar frente a disponer de residuos en un relleno sanitario.

Antecedentes que justifican el proyecto

Según Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) y en el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP), para el año 2019, en Chile se generaron alrededor de 20 millones de toneladas de residuos en total. Siendo el 96,9% de ellos residuos no peligrosos y el 3,1% a residuos peligrosos. Entre estos residuos no peligrosos se encuentran residuos de origen industrial que equivalieron el 55,6%, residuos sólidos municipales que fueron 39,9% y lodos provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas 1,4%. De este total de los residuos no peligrosos generados, el 79% fue eliminado y tan solo el 21% fue valorizado.

Principalmente los residuos son eliminados mediante la utilización de rellenos sanitarios y vertederos, las cuales son instalaciones que cumplen las exigencias sanitarias y ambientales, por lo que la actividad de la valorización es necesaria para poder destinar dicho residuo para otro fin evitando su eliminación.

Ilustración 1. Evolución de los tipos de residuos en Chile desde el 2015 al 2019.



Nota: Tomado del Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) y en el Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos (SIDREP) (2020)

El Estado chileno ha venido impulsando esta actividad mediante la aplicación de una serie de instrumentos que van de la mano con la implementación de la Ley de Fomento

al Reciclaje (REP), que entrega atribuciones al Ministerio del Medio Ambiente para regular la prevención en la generación de residuos e incentiva su utilización como recurso. Para el año 2021 se publicó la Hoja de Ruta de Economía Circular, el cual es un instrumento de planificación a largo plazo, que permitirá la implementación y ejecución de una economía circular, con una visión mayor que el simple reciclaje sino que viene a replantear el modelo de producción y consumo. Esta hoja de Ruta se suma a la Hoja de Ruta RCD Economía Circular en Construcción y a la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040, las cuales fueron presentadas en el año 2020.

De igual forma se tienen datos de la Cámara Chilena de la Construcción (2021), en donde se determina que la actividad de la construcción aumentó un 2,6% en Chile. Al igual del incremento de la superficie total edificable permitida alcanzó los 1.713.000 m², un aumento del 29,1% en relación al año 2018 según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), lo que permite inferir que este sector productivo se encuentra en alza, aumentando de la misma manera las problemáticas ambientales que como consecuencia que derivan en la generación de residuos y como problema principal, su disposición final.

En Chile, el reciclaje es una práctica que ha ido creciendo en los últimos años, impulsada por la conciencia ciudadana, la innovación empresarial y la regulación estatal. A pesar de ello, aun no se han alcanzado niveles de otros países desarrollados, donde el reciclaje es parte de la cultura y las políticas públicas. Según el Ministerio del Medio Ambiente, Chile genera casi 17 millones de toneladas de residuos sólidos al año, de las cuales 7 millones son domiciliarios. De estos últimos, sólo el 10% se recicla, una de las tasas más bajas de Latinoamérica. Los principales materiales que se reciclan en Chile son el papel y cartón, el plástico, el vidrio, el metal y la madera. Estos materiales provienen tanto de los hogares como de las industrias y comercios, y son recolectados por diferentes actores, como municipalidades, empresas privadas, organizaciones sociales y recicladores de base.

En el País, existe una ley que regula la gestión de los residuos y fomenta el reciclaje: la Ley 20.920 de Fomento al Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Esta ley establece que los productores o importadores de ciertos productos prioritarios son responsables de la organización y el financiamiento de la recolección y la valorización de los residuos derivados de sus productos.

Los productos prioritarios definidos por la ley son:

- Neumáticos
- Envases y embalajes
- Aceites lubricantes
- Aparatos eléctricos y electrónicos.
- Pilas y baterías

Para cada producto prioritario, se establece un decreto que fija las metas y las obligaciones que deben cumplir los productores o importadores. Estas obligaciones incluyen:

- Registrarse en el Sistema de Declaración en Línea (SIDREP) del Ministerio del Medio Ambiente.
- Informar anualmente sobre las cantidades de productos puestos en el mercado y los residuos recolectados y valorizados.
- Organizar y financiar sistemas de gestión que aseguren la recolección y la valorización de los residuos.
- Implementar medidas de prevención.
- Informar y educar a los consumidores sobre el correcto manejo de los residuos.

La ley REP busca incentivar a las empresas a reducir la generación de residuos y a incorporar criterios ambientales en el diseño y la producción de sus productos, promoviendo una mayor eficiencia en el uso de los recursos y contribuyendo a la protección del ambiente.

Objetivo general y objetivos específicos

Los objetivos permiten sistematizar la problemática existente, en este caso los objetivos planteados para la investigación son los siguientes:

Objetivo General

Proponer la implementación de un sistema de valorización y reutilización automatizado de residuos Sólidos, clasificando materiales reciclables como chatarras y plásticos para reducir el impacto ambiental y optimizar su aprovechamiento

Objetivos Específicos

- Diagnosticar el ciclo de valorización, de los residuos sólidos.
- Proponer alianzas estratégicas con el sector privado especializado en el procesamiento de materiales y convertirlos en productos útiles.
- Plantear estrategias de reciclaje de productos plásticos mediante un proceso que facilite su segregación, envasado y transporte.
- Evaluar el impacto económico y ambiental de reciclar frente a disponer de residuos en un relleno sanitario.

Alcance de la investigación

La alternativa que se propone implementar para solucionar la actual problemática es la de reutilización de los materiales desechados, la misma también forma parte de un desafío para quienes participan del ciclo productivo de este tipo de bienes materiales y de las personas que toman decisiones en esta organización.

Como parte de una ventaja ambiental y social, se puede señalar que al llevar adelante esta propuesta; se promovería la gestión y aprovechamiento de desechos. En esta propuesta se debe hacer una aproximación para implementar esta alternativa de reutilización de recursos, específicamente en la industria nacional. El propósito es conseguir optimizar y desarrollar el proceso logístico y productivo para que las piezas inutilizables y desechadas sean reprocesadas, para ellos se deben separar sus componentes y convirtiendo estos en materia prima nuevamente para fabricar un segundo producto.

El fin último es la implementación de un sistema de valorización y reutilización de residuos en Minera Escondida, clasificando materiales reciclables como chatarras y plásticos para reducir el impacto ambiental y optimizar su aprovechamiento en piezas utilizadas en la industria o bien podría decirse que sería la reutilización de algunas partes que ya no se utilizan, esto con el fin de contribuir en el reciclaje y convertirlos en objetos más útiles y reusables para la sociedad, evitando dejarlos ser parte de aquellos elementos que hoy en día han causado tanto daño al medio ambiente. Esto destacando que, desde una perspectiva académica, el investigador no solo tendría la proponer soluciones sino de cuantificar el beneficio económico del reciclado.

Definición de la investigación

Detrás del proceso de reciclado y transformación de residuos existen una serie de desafíos de índole técnica y económica, para los cuales se debe advertir que lamentablemente la producción de desechos supera la forma en que potencialmente pueden ser aprovechados, sin embargo, aun cuando resulta bastante complejo muchos de los procedimientos de reciclaje, es muy importante continuar generando propuestas que permitan dar respuesta a los diferentes problemas que la sociedad se enfrenta debido a la acumulación de estos productos o residuos una vez que son usados.

Son muchas las razones que deben conducir a la búsqueda de nuevas formas de reutilización de residuos las cuales estarán fundamentadas a el aumento del valor agregado del producto, de tal manera que sea una propuesta que permita aumentar los niveles y optimizar los procesos existentes para que en consecuencia de ello, se logre minimizar los impactos ambientales promovidos por la manera que se disponen este tipo de residuos, que de acuerdo a Peláez et al., (2017), resulta el aspecto que gana mayor terreno en este proceso.

Por otro lado, Méndez (2019) apunta a que, el reciclaje es un proceso que consiste en la transformación de un material considerado residuo, en un producto nuevo que pueda ser utilizado nuevamente en una actividad diferente. Aun cuando el reciclaje es considerado comúnmente como un proceso para manejar los residuos, en realidad representa una actividad con la cual se modifica la totalidad del ciclo de vida del producto, debido a que al efectuar esta actividad se logra disminuir la necesidad emplear nuevas materias primas para su procesamiento (Moyano 2019).

En el caso de residuos que se generan en Chile, el propósito de esta investigación es desarrollar una propuesta enfocada a la búsqueda de soluciones que permitan maximizar la valorización de los desechos sólidos, mediante estrategias con el sector privado, considerando que este tipo de material resulta una alternativa ecológica con grandes beneficios, económicos sociales y medioambientales y que hoy día se ha venido incorporando al mercado de la construcción, siendo este comercializado principalmente en países desarrollados como Canadá y Estados Unidos, donde los últimos 20 años se ha venido trabajando con materiales con un enfoque sustentable (Caussade 2017).

Ahora bien, con respecto al desarrollo de la investigación, esta comprenderá una revisión de la bibliografía relacionada con el tema del reciclado, para la cual se emplearán artículos con validez científica, bases de datos y portales como Scielo, Redalyc, Dialnet entre otros.

Diagnóstico y metodología de evaluación

Para Cortes y García (2003) la investigación documental consiste en la ejecución de una investigación bibliográfica empleando diversos medios como, por ejemplo: artículos, revistas, textos, relacionado con un tema en específico, los cuales serán utilizados para iniciar un estudio o dar continuidad al mismo, motivo por el cual se podría concluir que la presente investigación cumple con los requerimientos para ser apreciado una indagación documental.

Según González (2016), los estudios documentales, deben seguir un procedimiento determinado del tema de estudio, el cual inicia con el diseño de la investigación, para posteriormente, recopilar el material bibliográfico, realizando una clasificación de datos, mediante un análisis de su utilidad y después efectuar una redacción final y definitiva de los que se quiere estudiar.

De igual forma Arias (2012: 55) expresa que “Es una técnica de revisión y de registro de documentos que estipula el propósito de la investigación y consiente el desarrollo del marco conceptual, que se inscribe en el tipo de investigación”, la cual consiste en detectar, obtener y consultar la bibliografía y otros artículos que puedan ser ventajosos para los objetivos del estudio. En una investigación el proceder para el desarrollo del diagnóstico constituye los procesos que se empleen para desarrollarlo. El propósito esencial es establecer, por medio de expresiones claras y simples, las distintas técnicas, métodos, herramientas, procedimientos y estrategias empleadas por quien realiza la investigación en el cumplimiento de los objetivos.

Por otro lado, expresa Arias (2012) que la metodología es como se desarrolló la investigación para dar solución al planteamiento del problema. Dentro del marco metodológico de una investigación, se encuentran los o el tipo de investigación, además de los métodos y procedimientos empleados durante la ejecución de la investigación.

Modalidad de la Investigación

La modalidad se relaciona directamente con el tipo de investigación que el autor desarrollara para darle solución a una determinada situación-problema. Desde esta perspectiva, la presente investigación se enmarca dentro del tipo de investigación descriptiva, la cual de acuerdo al Manual para la Elaboración de Trabajo de Grado del “Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño” (2015) expresa que:

“Este tipo de investigación se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Mediante este tipo de investigación, que

utiliza el método de análisis, se logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. Combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio.”

En este aspecto se tomaron datos provenientes de los organismos gubernamentales que desarrollan generan estadísticas de residuos, empresas de mercado que reseñan oferta y demanda de productos, y datos de Minera Escondida. Se espera de todos ellos obtener la información necesaria y válida para plantear la viabilidad de las propuestas realizadas.

Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es definido por Hernández, y otros (2012), como el constituido por el plan principal de quien realiza la investigación para dar respuestas a las preguntas o hipótesis planteadas. El diseño de la investigación desprende las estrategias generales que el investigador realiza para obtener la información correcta y ejecutable.

En la presente investigación el diseño seguido es investigación de campo e investigación documental. Según Sabino, (2009), la investigación de campo es aquella referida a los métodos a ejecutar y la información de interés que se toma directamente de la realidad, a través de las labores del investigador en conjunto con sus herramientas. Ambos diseños de investigación le permiten al investigador analizar y relatar de forma profunda la problemática, considerando la realidad de la situación que se presentan. Igualmente, la investigación documental favorece el desarrollo de esta mediante fuentes bibliográficas que sustentan el trabajo.

Tipo de Investigación

El presente trabajo se enmarca bajo el tipo de investigación documental, la cual trata de un proceso metódico de búsqueda, recopilación, clasificación, análisis e interpretación de los datos e información en relación a un tema específico. Martín, (2008) indica que la investigación de tipo documental posee la particularidad de emplear como origen primario de material, sin embargo, no único y exclusivamente, los archivos o documentos escritos bajo distintos formatos: impresos, audiovisuales y electrónicos.

Esta tipología se basa en un análisis descriptivo, pues los datos obtenidos provienen de la situación real que puede ser una organización, comunidad, población con determinadas características o un hecho. En el tipo de investigación se propone especificar las características resaltantes de los grupos, comunidades, personas, o cualquier otra situación que se someta a estudio (Hernández y Otros, 2012).

Técnicas e Instrumento de Recolección de Datos

De acuerdo con Hurtado, (2009), indica que los estudios se fundamentan en información y datos recopilados durante el desarrollo de la investigación, por medio de la información recabada se le favorece al investigador la influencia sobre cada una de las etapas que conforman la investigación y de esta forma aportar en su desarrollo.

Ya con la selección del diseño de la investigación adecuado y la muestra apropiada, la siguiente etapa fue llevar a cabo la recopilación de datos convenientes sobre las variables implicadas en el estudio. Para el desarrollo de esta, motivado por el origen de la investigación y en base a los datos necesarios para alcanzar la primera fase que conforma la investigación, se debieron aplicar técnicas de contacto donde se implantó una interacción equilibrada entre el investigador y la situación real.

Observación Directa

Tal como lo expresa Ortiz. (2014), esta técnica se hace presente cuando el investigador se encuentra en contacto directo, por medio de la observación, con la realidad o situación que se relaciona con la problemática en cuestión. De igual forma, Levin y Rubin (2011), sostienen que la observación directa no es más que la que realiza el investigador directamente en aquellos hechos individuales donde se desarrolla el problema, interactuando directamente con ellos, los resultados obtenidos son considerados datos estadísticos originales por ese motivo se reconoce también como investigación primaria, que en este caso se trata de la observación realizada.

Revisión Documental

La revisión bibliográfica según González, (2006), consiste en la indagación de información en textos, trabajos monográficos, revistas especializadas en el tema y trabajos de grado que guarden relación con la problemática estudiada. En este aspecto,

Sabino (2009), determina que las fuentes documentales como memorias anuales y algunos otros archivos públicos e internos pueden ser empleados para brindar medidas neutrales de las condiciones del ambiente y la organización (p.76).

La aplicación de esta técnica le concedió al investigador determinar la cronología del procedimiento relacionado con el diseño y la ejecución, en la escogencia de información importante de un archivo con el propósito de exponer su contenido sin tergiversaciones para rescatar los datos en él contenidos. Se basa en la observación, escrutinio y definición del documento, texto, manual de operaciones, trabajos de grado, normas y cualquier otro archivo que se relacione con la propuesta de factibilidad.

Fichas Bibliográficas

Tamayo y Tamayo (2012) lo definen como una corta franja de información que posee datos relevantes sobre un documento que se va a consultar. El objetivo de la ficha bibliográfica es el de brindar una prueba segura de las fuentes que se consultan para el desarrollo de un trabajo o una investigación. Cuando una ficha bibliográfica se encuentra redactada de forma correcta ayuda a la ubicación de los textos empleados. Es también considerada para la toma de notas de los archivos o libros considerados en la búsqueda de la información.

Técnica de Análisis de los Datos

En lo que respecta al análisis de la información obtenida, se trata de un proceso que incluye la clasificación, ordenamiento, codificación, proceso e interpretación de los datos obtenidos durante la investigación, el propósito es alcanzar los análisis que permitirán dar con las conclusiones requeridas sobre la problemática estudiada, brindando las respuestas a las interrogantes del estudio tal como lo manifiesta Manhein, (2009).

Toda la información que brindaron los instrumentos de recolección de datos y mediante los análisis de contenido a través de la entrevista no estructurada a los involucrados, y lo evidenciado mediante la observación directa de la problemática brindaron propuestas, adicionalmente el procesamiento de la información en conjunto con la revisión bibliográfica pueden ser analizados para cuantificar los datos y así representar los resultados antes de las discusiones que arrojarán las conclusiones que dan respuesta a los objetivos planteados al inicio de la investigación. Para alcanzar todo ello se aplicaron una serie de análisis que se detallan a continuación.

Análisis PEST

PEST es un acrónimo de político, económico, social y tecnológico. (Smith, 2014) Es una forma de entender cómo las fuerzas externas afectan el proyecto.

Ilustración 2. Modelo PESTEL



Figura 1.

Nota: tomado de <https://solucionesempresariales.trevenque.es>

A partir del desarrollo del PESTEL existen numerosos beneficios que pueden generar dividendos para el proyecto, los beneficios más significativos incluyen:

- Una mayor comprensión de la empresa y de la situación.
- Una planificación estratégica a largo plazo más efectiva
- Mayor atención a posibles amenazas y peligros.
- Perspectiva de valiosas oportunidades de proyecto

Finalmente hay que destacar que los cambios en el entorno empresarial pueden crear grandes oportunidades para la organización y provocar amenazas importantes.

FODA

El análisis FODA es una herramienta de planificación estratégica vital que los gerentes de una organización pueden utilizar para realizar un análisis de la situación de la empresa.

Ilustración 3. Modelo FODA y estrategias

MATRIZ DAFO CRUZADO O CAME	Principales Oportunidades 1. --- 2. --- 3. ---	Principales Amenazas 1. --- 2. --- 3. ---
Principales Fortalezas 1. --- 2. --- 3. ---	Estrategias FO (usar Fortalezas para aprovechar oportunidades)	Estrategias FA (usar fortalezas para evitar amenazas)
Principales Debilidades 1. --- 2. --- 3. ---	Estrategias DO (superar debilidades aprovechando oportunidades)	Estrategias DA (reducir debilidades y evitar amenazas)

Nota: tomado de <https://rubenmanez.com>

Es una técnica útil para comprender las fortalezas (F), debilidad (D), oportunidades (O) y amenazas (A) actuales que enfrenta una organización en su entorno empresarial actual, seguidamente se utilizan estas variantes para generar estrategias tal como se observa en la figura anterior.

Procedimiento de la Investigación

De acuerdo Fidias (2012) el procedimiento de la investigación aborda todos los detalles que caracterizan a la investigación que servirán entre otras cosas, para conocer en detalle del trabajo, contextualizarlo y justificar cada uno de los pasos dados, e incluso poder replicar el estudio en las mismas condiciones que el original. Por esta razón, el procedimiento se cumplirá a través del estudio detallado, teniendo como base tres fases que le darán seguimiento al mismo como lo es la fase de diagnóstico, la fase de alternativa o de solución y la fase de la propuesta.

Fase de Diagnóstico

Etapas: Diagnosticar el ciclo de reciclaje y valorización de los residuos sólidos y la normativa que los regula.

Actividades: En esta fase se determinará el alcance, los objetivos y los límites del que posee el proceso de reciclaje y valorización de los residuos sólidos en Chile; así como la recolección de las necesidades e identificación de los requerimientos para fortalecer la actividad en el país. Todo esto apoyado bajo las diferentes técnicas e instrumentos de recolección de datos como revisión bibliográfica, verificación de antecedentes que puedan existir sobre el tema, fuentes, trabajos realizados a la línea de investigación y desde el campo de la realidad de los hechos, la observación directa, despertando el interés del investigador.

Fase de Alternativa o Solución

Etapas: Proponer alianzas estratégicas con el sector privado especializado en el procesamiento de materiales y convertirlos en productos útiles. Plantear estrategias de reciclaje de productos plásticos mediante un proceso que facilite su segregación, envasado y transporte. Optimizar el proceso de transporte de residuos que permitan maximizar la carga.

Actividades: Esta segunda fase permitirá al investigador conocer la realidad existente y establecer prioridades en cuanto a las propuestas presentadas, a su vez se buscan diferentes estrategias factibles para su ejecución. Se enfocará en destacar los riesgos asociados con los requerimientos técnicos operacionales, económicos, sociales y ambientales mediante la factibilidad técnica y económica que se propone.

Diagnóstico de la situación

El crecimiento constante de la población chilena, así como el aumento del consumo de los productos, han incidido directamente en la generación de residuos. Por lo que se evidencia que las exigencias del desarrollo económico y social han perjudicado de cierta manera el entorno ambiental, ya que comprometen la capacidad de renovación y preservación de los recursos naturales, motivo por el cual se debe contar con una política gubernamental que permita el mantenimiento adecuado del ambiente y de la calidad de vida, mediante el cumplimiento de las regulaciones para de esta manera guiar e inculcar a los ciudadanos el cuidado del entorno.

De esta manera, se han venido realizando y proponiendo distintas leyes y proyectos que permitan contar con un manejo adecuado de los residuos, por lo que, en marzo de 1994, se promulgó la primera política pública en el país, mediante la aprobación de la Ley sobre bases generales del medio ambiente, la que tenía como objetivo principal impulsar un marco general para vivir en un medio ambiente libre de contaminación, protección del medio ambiente, preservación de la naturaleza y conservación del patrimonio ambiental. Esta Ley permite la regulación de los diferentes instrumentos de gestión ambiental, entre los cuales se encuentran la evaluación estratégica ambiental, sistema de evaluación del impacto ambiental y acceso a la información ambiental.

Para el año 2010, se realiza una reforma que permitirá la complementación de la Ley con la inclusión de tres instituciones: Ministerio del Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. De igual forma en el año 2019 se incorporaron nuevos centros, como el primer tribunal en Antofagasta, el segundo en la región Metropolitana y el tercero en Valdivia. Esto se debió a que en Chile en el año 2016 se importó la Ley REP, la cual obliga a los productores a organizar y financiar la gestión de los residuos que se derivan de los productos existentes en el mercado. Esta normativa establece que el estado chileno debe actuar bajo un enfoque preventivo, mediante la adjudicación de incentivos que permitan reducir la cantidad de residuos generados, de igual forma impulsa la ejecución del proceso de valorización de los residuos por sobre la eliminación, con la finalidad y el propósito de que sean transformados en un nuevo recurso o materia prima para que puedan ser incorporados a la cadena de valor, aumentando la vida útil de los productos.

La Ley establece productos tiene prioridad de tratamiento con relación a otros, considerando aspectos como el volumen, peligrosidad o presencia de recursos

aprovechables y por esta razón, quedan sujetos a la responsabilidad extendida del productor. Los Productos que destacan para ser reciclados son aceites lubricantes, aparatos electrónicos y eléctricos, baterías, neumáticos, pilas y envases y embalajes, incluyendo residuos plásticos, los cuales son de consumo masivo, volúmenes significativos, factible de valorizar y regulación comparada. En el año 2019 se establecieron metas de recolección y valorización de residuos que permitan la cuantificación del cumplimiento y es debido a la aprobación del decreto que se estima que se puede aumentar las cifras de reciclaje de 12,5% a un 60% en residuos domiciliarios y 70% residuos industriales en mediano plazo, incentivando de esta manera una cultura reciclable y disminuyendo la generación de residuos. A continuación, se detalla las metas domiciliarias y no domiciliarias. .

Tabla 1. Meta anual de los residuos domiciliarios

MATERIAL / AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11	AÑO 12
Cartón para líquidos	5%	8%	11%	15%	19%	23%	27%	31%	36%	40%	50%	60%
Metal	6%	9%	12%	15%	17%	21%	25%	29%	32%	36%	45%	55%
Papel y Cartón	5%	9%	14%	18%	23%	28%	34%	39%	45%	50%	60%	70%
Plástico	3%	6%	8%	11%	14%	17%	20%	23%	27%	30%	37%	45%
Vidrio	11%	15%	19%	22%	26%	31%	37%	42%	47%	52%	58%	65%

Fuente: ASIPLA (2019)

Tabla 2. Meta anual de los residuos no domiciliarios

MATERIAL / AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
General	30%	40%	50%	53%					
Plástico					38%	42%	46%	51%	55%
Metal					61%	64%	66%	68%	70%
Papel y Cartón					71%	74%	78%	81%	85%

Fuente: ASIPLA (2019)

Para el cumplimiento de estas metas anuales el ejecutivo encargado de su cumplimiento destinara a cada entidad tareas que determinan la gestión y manejo de los residuos,

actividades precisas para lograr la consecución de las metas establecidas. Estas entidades son:

Ministerio del Medio Ambiente

Estará encargado de diseñar los decretos supremos que establecen las metas destinadas a promover la recolección y valorización de residuos. De igual forma se encargada de mantener de forma operativa el sistema de registro y la plataforma de información RETC. Así mismo realizara el reglamento para el fondo de reciclaje, supervisar los planes de gestión y crear nuevos programas de educación ambiental.

Productores

Serán responsables de generar alternativas para la recolección de los productos prioritarios, donde se incluyen las etapas como almacenamiento, transporte y tratamiento.

Gestor de residuos

Efectuaran el manejo de los residuos, bajo autorización y registros como gestor en la página oficial del RETC.

Recicladores de base

Dedicados a la recolección selectiva de residuos domiciliarios o asimilables. Deben estar inscritos y certificados.

Consumidores

Encargados de llevar los residuos a los centros de recolección establecidos.

Municipios

Realizaran convenios con los diferentes entes para instalar sitios de recepción y almacenamiento de los residuos y promover la educación ambiental.

El funcionamiento de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje inicia cuando el productor, cumple con las metas definidas por el Ministerio del Medio Ambiente. Posteriormente, los productos se integran al mercado para que los consumidores los adquieran y así después disponer los productos prioritarios en puntos verdes. Por último, los gestores acopian y realizan el tratamiento a los residuos recolectados para ser devuelto a la industria productora. Esta Ley recibe cuenta con un fondo de reciclaje nacional para el financiamiento de este tipo de proyectos, programas y acciones relacionados con la gestión y manejo de residuos, donde el Ministerio del

Medio Ambiente da la posibilidad de postular a los municipios y asociaciones municipales, que se encuentran asociados a la SUBDERE, como también deben estar al día en las declaraciones de residuos en la plataforma “Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)”. En el siguiente diagrama se resume el funcionamiento utilizado mediante la implementación de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje (N. ° 20.920)

Ilustración 4. Diagrama de funcionamiento Ley N° 20.920



Actualmente, existe un mayor interés por la conservación del ambiente y del patrimonio ambiental, debido a los impactos negativos del ser humano en el planeta, por ende, por lo cual se ha optado por impulsar conductas y hábitos en la sociedad que permitan la creación de un país sustentable.

A partir del año 2015 en Chile se cuenta con cifras oficiales de generación de residuos a nivel nacional, los cuales se clasificaron según su origen en residuos industriales peligrosos y no peligrosos, residuos municipales y lodos provenientes de las plantas de tratamiento de aguas servidas. Esto en gran parte por la tarea del Ministerio del Medio Ambiente que creó el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (Sinader), donde las municipalidades deben declarar el manejo de los residuos recolectados en su comuna, utilizando la clasificación del Listado de Residuos Europeo (LER) mediante una plataforma web.

Cabe precisar que gran parte de los municipios no declara su valorización, entre otras razones porque esta labor es realizada por terceros y no cuentan con esos datos. A pesar de ello en Chile los niveles de reciclaje han venido presentando un incremento y mayor conciencia por parte de los entes privados y públicos, a continuación se detalla los niveles de materias disponibles y procesadas durante los años 2016 hasta el 2023.

Tabla 3. Generación sectorial de residuos en Chile desde el 2016 hasta 2022

MATERIAL	TONELADAS / AÑOS	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ALUMINIO	MATERIAL DISPONIBLE PAIS	19.300	19.879	24.612	38.095	44.155	52.703	50.288	37.994
	MATERIAL GESTIONADO	7.830	8.180	7.284	9.434	8.999	10.228	13.178	16.853
	MATERIAL NO VALORIZADO	11.470	11.699	17.328	28.661	35.156	42.475	37.110	21.141
CARTON	MATERIAL DISPONIBLE PAIS	23.419	21.933	21.479	21.479	20.155	20.996	25.578	25.562
	MATERIAL GESTIONADO	0	0	667	628	557	1.498	1.276	806
	MATERIAL NO VALORIZADO	23.419	21.933	20.812	20.851	19.598	19.498	24.302	24.756
BATERIAS	MATERIAL DISPONIBLE PAIS	39.022	42.614	42.729	41.035	40.566	61.453	33.397	41.067
	MATERIAL GESTIONADO	19.980	23.124	24.214	25.682	27.978	29.177	28.685	30.608
	MATERIAL NO VALORIZADO	19.042	19.490	18.515	15.353	12.588	32.276	4.712	10.459
NEUMATICOS	MATERIAL DISPONIBLE PAIS	122.757	134.860	135.129	145.020	141.653	206.472	178.647	138.552
	MATERIAL GESTIONADO	12.680	19.556	20.391	18.658	16.263	27.679	27.592	35.830
	MATERIAL NO VALORIZADO	110.077	115.304	114.738	126.362	125.390	178.793	151.055	102.722
PLASTICO	MATERIAL DISPONIBLE PAIS	197.150	208.429	172.901	161.297	145.695	155.674	190.635	165.267
	MATERIAL GESTIONADO	45.509	47.470	43.604	47.995	51.114	54.721	58.709	61.689
	MATERIAL NO VALORIZADO	151.641	160.959	129.297	113.302	94.581	100.953	131.926	103.578
VIDRIO	MATERIAL DISPONIBLE PAIS	260.595	266.670	291.346	312.916	351.789	444.351	467.437	446.318
	MATERIAL GESTIONADO	120.336	124.226	103.456	103.222	83.462	157.100	165.004	159.508
	MATERIAL NO VALORIZADO	140.259	142.444	187.890	209.694	268.327	287.251	302.433	286.810
HOJALATA	MATERIAL DISPONIBLE PAIS	0	0	0	0	0	0	86.624	66.383
	MATERIAL GESTIONADO	0	0	0	0	0	0	25.429	25.867
	MATERIAL NO VALORIZADO	0	0	0	0	0	0	61.195	40.516

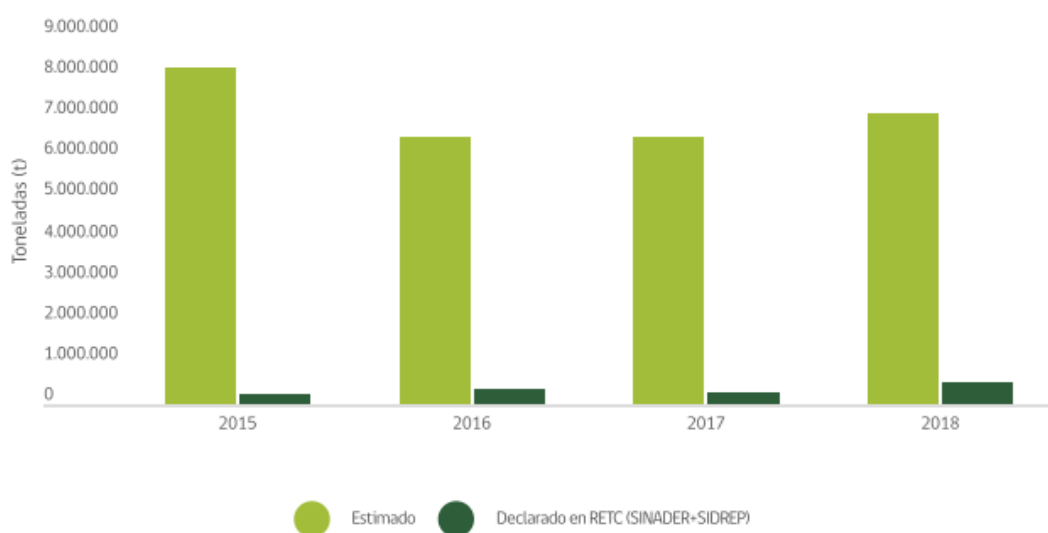
Nota: Elaboración propia con información de la Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (ANIR); (2024)

Según datos de Eurostat (2015) el sector de la construcción y la producción de insumos de construcción son los que presentan el mayor consumo de insumos a nivel mundial. Entre estos insumos destacan el cemento, hierro, aluminio, cobre, madera, asfalto, yeso, ladrillos y plásticos los cuales al finalizar las obras son desechados, convirtiéndose en residuos sólidos, los cuales pueden o no interactuar con el medio ambiente degradándolos a través del tiempo, es por ello por lo que el decreto supremo 148/2003 del Ministerio de Salud los regula y establece la normativa para su procesamiento. Un

manejo inadecuado de los residuos de la construcción y la demolición produce efectos negativos para el medio ambiente y la salud de las personas cuando se proliferan vertederos ilegales, basurales y microbasurales, dañando lugares que tienen valor ambiental.

Según datos oficiales del Sinader, se registraron 371.461 toneladas de desechos sólidos declarados; sin embargo, estos registros tienen limitaciones de alcance debido a la complejidad asociada a la generación, manejo y disposición de los residuos de la construcción y demolición. A pesar de ello, el Ministerio del Medio Ambiente logró crear una estimación en el año 2020 de la generación de desechos sólidos por parte de casas y edificios, partiendo de datos oficiales de los permisos otorgados para la construcción y de modelos de generación de residuos, que arrojan cerca de 7 millones de toneladas de RCD al año, solo por concepto de edificación.

Ilustración 5. Comparación de estimación total nacional de RCD generados por edificación vs declaración en RETC (2015 -2018)



Fuente: Ministerio del Medio Ambiente (2020)

Adicionalmente, existe una cantidad desconocida de residuos de construcción y demolición que se gestiona en un ámbito de informalidad, lo que limita que sean registradas mediante un instrumento oficial, en gran cantidad de ocasiones estos desechos son depositados en lugares sin autorización, lo que profundiza los problemas ambientales, económicos y sociales asociados a los residuos sólidos.

Es por ello por lo que los residuos generados en las actividades de la construcción deben ser adecuadamente dispuestos, cumpliendo con la normativa vigente. La regulación chilena aplicable al manejo de residuos de obras de construcción es aquella relativa a los residuos industriales y residuos orgánicos, la cual fue aprobada en 2019 bajo la denominación de norma NCh 3562 que define un protocolo sobre la gestión de residuos de la construcción. Pero esta situación no es nueva y no ha pasado desapercibida para el estado chileno, ya que en años anteriores se venían avanzando para atacar esta problemática mediante las siguientes medidas:

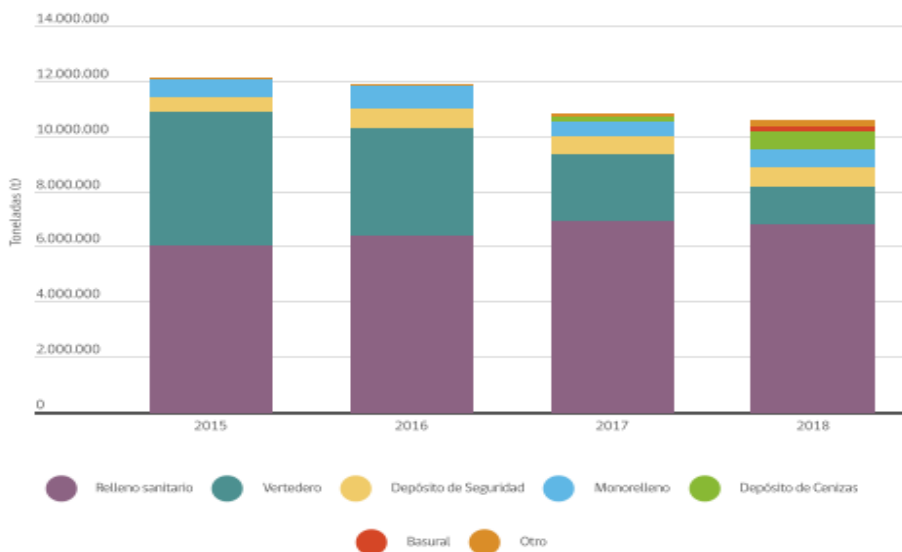
- **Decreto N°47 de 1992; Fija nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones:** mediante la cual se establece que se debe deberá solicitar permiso del Director de Obras Municipales respectivo para trabajos de construcción, reparación y demolición, junto a las medidas que deben ser consideradas en estos, tales como: medidas de mitigación de impacto de emisión de polvo y metal, condiciones de aseo, prohibición de depositar elementos de trabajo en la vía pública, antecedentes de emisión de ruidos, la aislación de la obra y la obligación de depositar los escombros en lugares autorizados.
- **Decreto Supremo N°594 de 1999; Aprueba Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo:** Establece que, para la acumulación, tratamiento o disposición final de residuos industriales, realizada directamente o mediante contratación de terceros, la empresa generadora deberá contar con la Autorización Sanitaria específica para cada actividad, previo a su inicio.
- **Ley N°20.879 de 2015; Sanciona el transporte de desechos hacia vertederos clandestinos:** Esta Ley agrega artículos nuevos al Decreto con Fuerza de Ley Fuerza de Ley N°1 del Ministerio de Transportes de 2007 y señala que, el que encargue el transporte, traslado o depósito de basuras, desechos o residuos de cualquier tipo, hacia o en la vía pública, sitios eriazos, en vertederos o depósitos clandestinos o ilegales, o en los bienes nacionales de uso público, será sancionado.
- **Decreto Supremo N°1 de 2013; Aprueba reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes, RETC:** obliga a declarar en el Sistema Ventanilla Única los residuos sólidos industriales generados y transportados. Establece como Generador de Residuos a los establecimientos que generen anualmente más de 12 toneladas de residuos no sometidos a reglamentos

específicos, quienes estarán obligados a declarar al 30 de marzo de cada año sus residuos generados el año anterior; lo mismo con los Destinatarios de residuos, que corresponde a quienes reciben más de 12 toneladas de residuos.

- **Norma Chilena N°3322; Colores de contenedores para identificar distintas fracciones de residuos:** Esta norma define un color único y elementos visuales de identificación para residuos que son objeto de recogida y almacenamiento en forma segregada, para lograr un adecuado reciclaje. Este sistema de identificación tiene como objetivo facilitar y realizar sin ambigüedades la separación de las diferentes fracciones de residuos por medio de la identificación visual de ellos.
- **Norma Chilena N° 3562; Gestión de residuos - Residuos de construcción y demolición (RCD) - Clasificación y directrices para el plan de gestión:** Esta norma presenta las siguientes directrices para los gestores de RCD, respecto de los sitios de tratamiento y/o disposición final.

Gracias a estas normativas y regulaciones se ha observado un variación significativa en cuanto a la disposición final de residuos en lo que se refiere a vertederos, donde para el año de 2015 solo el 50% de los residuos totales declarados en SINADER fueron enviados a eliminación a rellenos sanitarios y 40% a vertederos, en 2018 los rellenos sanitarios recibieron 65%, mientras que los vertederos bajaron a 13% del total de residuos según cifras del Ministerio del Medio Ambiente mediante el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

Ilustración 6. Disposición final de residuos (2015-2018)



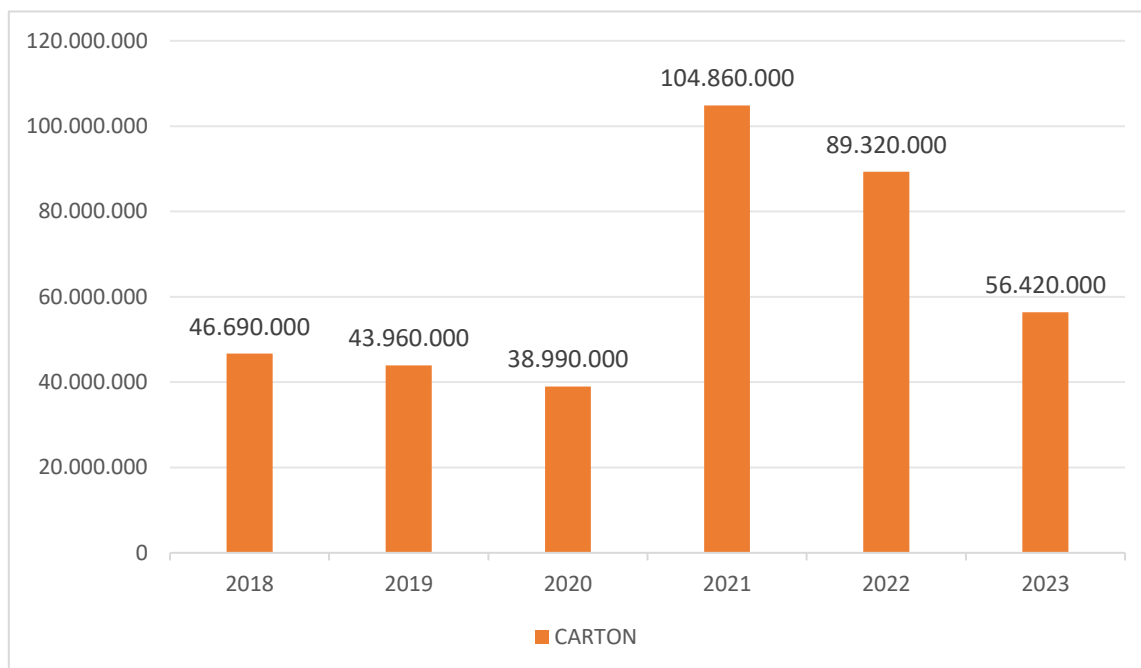
Fuente: Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) 2020.

Para la estimación de los beneficios económicos producto de la actividad y valorización de los residuos sólidos priorizados, no se cuentan con cifras oficiales por parte del estado chileno, sin embargo considerando las cifras aportadas por la Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje de los materiales procesados y los precios de cada uno de ellos se puede estimar lo siguiente:

Ingresos por procesamiento del cartón

La producción nacional de Cartón está representada en su mayoría por la empresa Forestal y Papelera Concepción, Compañía Papelera Pacifico y Papeles Cordillera. Estas mismas empresas también consideran el proceso del reciclaje para la elaboración de sus producto final, este proceso lo realizan a través de sus empresas filiales como los son las empresas Reciclados Industriales S.A. (REINSA), RECUPAC y SOREPA. Se estima que la mayor parte del cartón valorizado es de origen industrial. Donde para el año 2022 el 13% de la capacidad instalada para la valorización del cartón se encuentra ociosa.

Ilustración 7. Datos de Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (2024)



Fuente: Elaboración propia con datos de Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (2024)

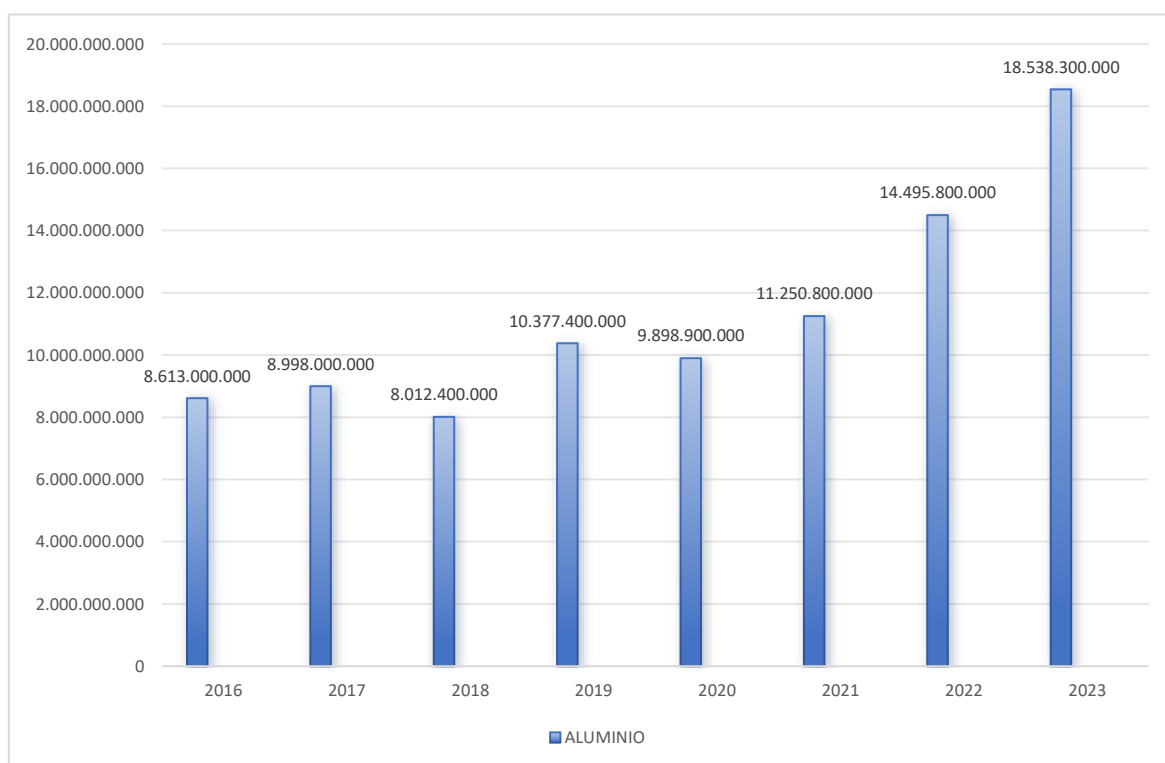
Con la entrada en vigencia de la Ley REP se espera que aumente que se presente un incremento en la recolección domiciliaria. La mayoría del cartón es valorizado

internamente en el país, demostrando que Chile es un gran consumidor de fibra reciclada, es importante destacar que la capacidad técnica instalada nacional para reciclar está cercana al máximo de uso eficiente en el corto plazo, es posible crecer rápidamente en capacidad de exportación, lo que no requiere una inversión elevada.

Ingresos por procesamiento del Aluminio

Se estima que existe un porcentaje de valorización informal con poca trazabilidad. Las principales empresas productoras de envases de aluminios es la empresa BALL de origen brasileño, la cual se produce, importa y exporta latas de aluminios. Otra de las empresas encargada en la producción de aluminio es la empresa CONDESA S.A., la cual produce envases de aerosoles de aluminio. Entre las empresas dedicadas al reciclaje de estos envases de aluminio se encuentran Metales y aluminios S.A. (METALUM), Recuperadora de excedentes industriales Norte Verde, ECOSUR, RESIMEX, HUAL, entre otras.

Ilustración 8. Ingresos por procesamiento del Aluminio



Fuente: Elaboración propia con datos de Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (2024)

Es importante destacar que según los datos reflejados en el gráfico anterior, se observó una disminución de la valorización durante el periodo de la crisis sanitaria producto del Covid-19 causada por las restricciones de movilidad existentes en el país. Sin embargo durante el año 2022 se observa un incremento del nivel de valorización, lográndose una estabilización del mismo. Vale acotar que el aluminio tuvo una estabilización más pronunciada que otros envases y embalajes después de la pandemia, justificado por que fue uno de los envases más usados para venta a granel durante las restricciones de movilidad. El pico en la producción de envases de aluminio ocurrió en el año 2021, lo que indujo a un sobreestimación de la demanda de aluminio. Dado que la valorización se realiza para luego ser exportado, la capacidad técnica instalada no es el factor crítico para el éxito en el aumento de la tasa de reciclaje.

Ingresos por procesamiento del plástico

El polímero Polietileno es el plástico más utilizado en el país, debido al bajo costo y diferentes usos en la industria. Materia prima utilizada para la elaboración de estos producto proviene de la importación, representando un 45% de todos los productos del plástico importado según cifras de la Asociación Nacional de la Industria del Plástico. Gran cantidad de empresas realizan mezclas de material virgen y de material reutilizado para la fabricación de sus productos, lo que provoca que las empresas encargadas en la acción del reciclaje se encuentren relacionadas con las empresas de fabricación de productos plásticos. Entre las principales empresas destinadas al reciclaje y producción de productos plásticos se encuentran GREENPLAST, WENCO, INPROPLAS Y PLASTICO EL OLIVAR. Es importante destacar que actualmente, existe un 46% de capacidad ociosa, a pesar de que la tasa de valorización se mantiene en cercana al 19%.

Ilustración 9. Ingresos por procesamiento del plástico



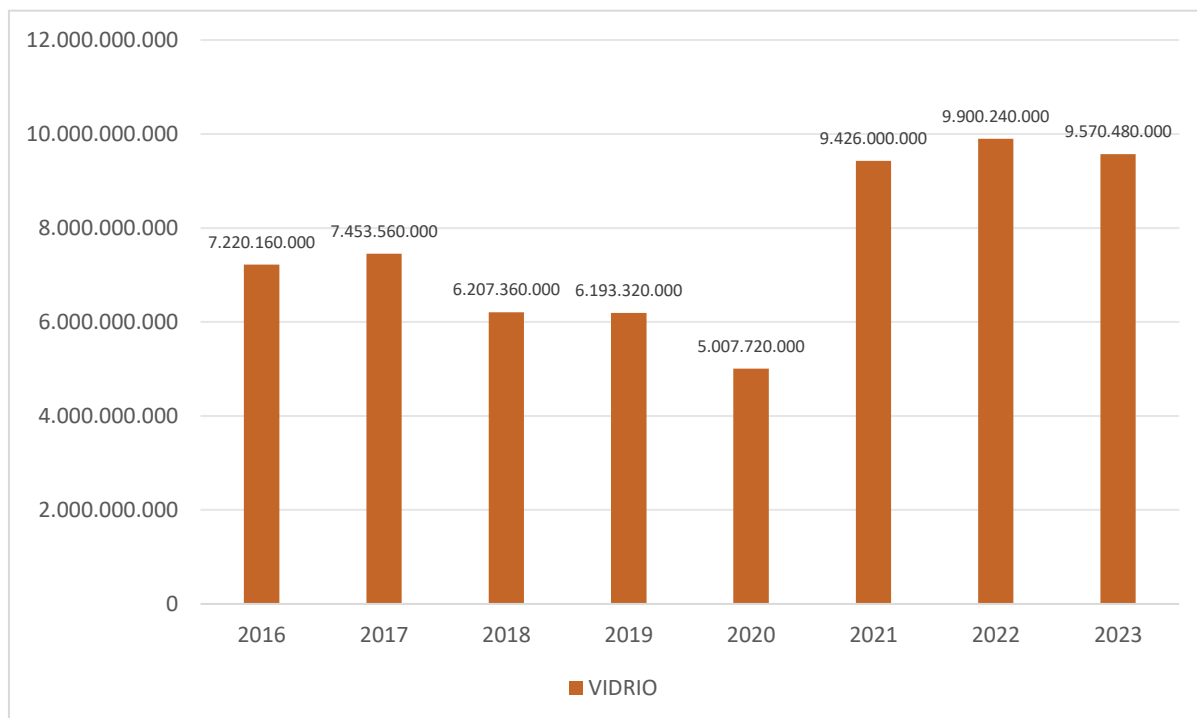
Fuente: Elaboración propia con datos de Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (2024)

Durante el 2020 y 2021 existió un aumento del uso del envase plástico denominado clamshell usado en el mercado nacional por el delivery debido a la pandemia, lo que se revierte en el año 2022. El material gestionado a nivel país se mantiene relativamente constante cercano a las 22.000 toneladas, lo que se espera que cambie con la implementación de la Ley REP, se estima que para los próximos años 2 las plantas de reciclaje inicien operaciones lo que generaría un aumento de la capacidad de reciclaje de Plástico.

Ingresos por procesamiento de Vidrio

Las principales empresas recicladores de Chile son Cristalería Chile, Cristalería Toro y Verallia, ya que el 100% de sus productos pueden ser fabricados con materiales reciclados. A pesar de que actualmente existe un 47% de capacidad de producción ociosa para la valorización nacional, se observa un aumento en la producción de vidrio y una valorización de vidrio con un comportamiento positivo sostenible, debido a las diversas campañas realizadas en torno a este material. La tasa de valorización se mantiene constante ya que la producción crece junto con la recuperación

Ilustración 10. Ingresos por procesamiento de Vidrio



Fuente: Elaboración propia con datos de Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (2024)

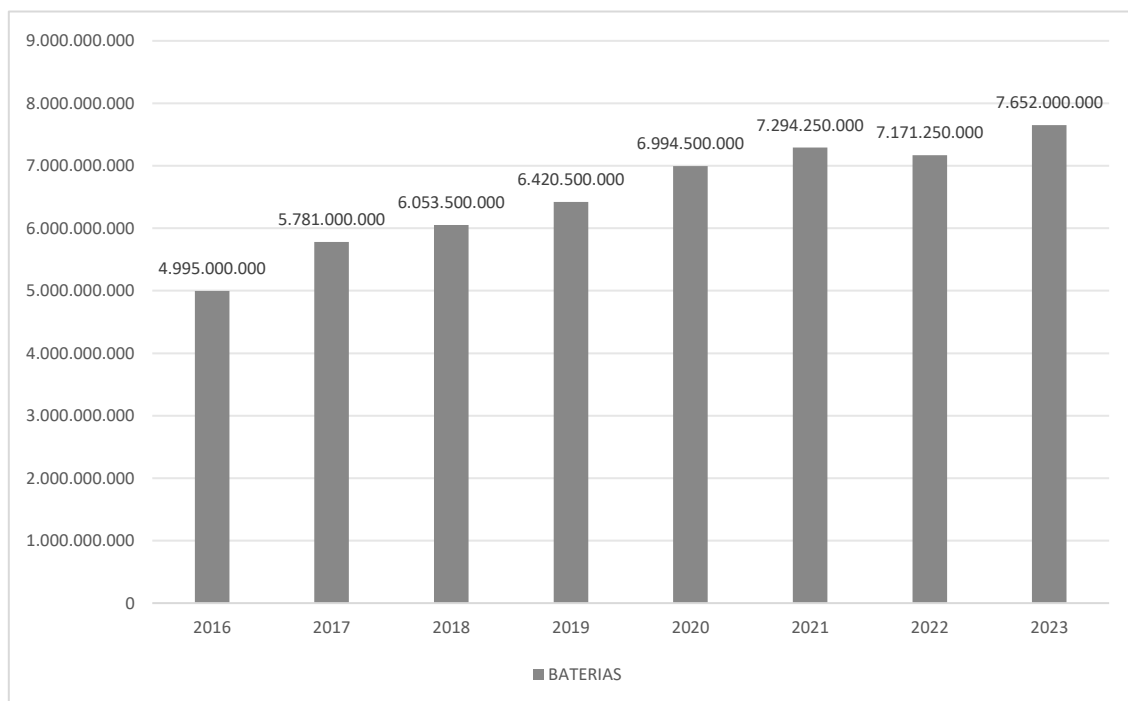
Se estima que la pandemia tuvo un efecto en los hábitos de consumo de las personas, en particular de los licores importados, los cuales hoy tienen mayor presencia dentro de los hogares, las importaciones de estos productos aumentaron en 2021 y se mantuvieron en los mismos rangos en 2022. El Material Gestionado por parte de los entes privados se ha incrementado consistentemente durante los últimos años y se espera que con la entrada en vigencia de la Ley REP aumente aún más, traduciéndose en mejores tasas de valorización.

Ingresos por procesamiento de Batería

La gran mayoría de las baterías procesadas provienen de la importación de países como China, Colombia, Estados Unidos, Ecuador y hasta de Corea del Sur, dado que en el país no se producen este tipo de productos. Para el Año 2022 Chile solo cuenta con una planta de recuperación total del plomo existente en las baterías la cual se denomina RECIMAT. En el Caso de la Baterías de Litio se tiene la empresa ECOMINERA. Este mercado de reciclaje y valorización posee limitantes en cuanto a los niveles de inversión, ya que no cuenta con un grupo de valorizadores que tengan la intención de aumentar

su capacidad en los próximos 3 años, a pesar de que las baterías de plomo representan un 99% de la valorización.

Ilustración 11. Ingresos por procesamiento de Batería



Fuente: Elaboración propia con datos de Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (2024)

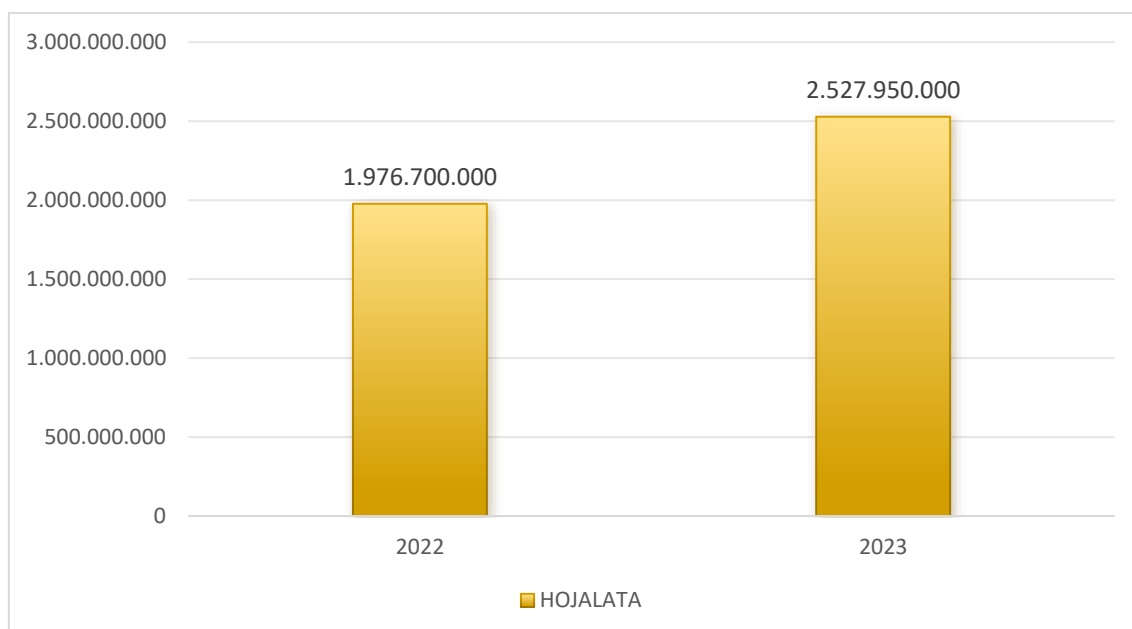
El Material Disponible en el País para ser procesado en el año 2021 se ubicó entre las 50.000 y 60.000 toneladas, siendo este un caso excepcional debido al aumento de liquidez en Chile y la pandemia, esto llevó a un sobre stock de las baterías por lo que la importación baja radicalmente a 32.000 toneladas el año 2022. La valorización de las baterías de plomo se lleva a cabo por una sola planta de reciclaje, la cual presenta una baja producto de la disminución del Material Disponible en el País, volviendo a valores antes de la pandemia. Vale destacar que la valorización de este material se realiza en su 100% a nivel nacional y cualquier actor nuevo podría influir en el mercado.

Ingresos por procesamiento de Hojalata

Las principales empresas productoras de productos mediante el uso de la hojalata son NESTLE, ENVASES EL AGUILA Y ACONCAGUA FOODS. Para esta medición se consideran todo los productos que se importa y exporta con contenido: alimentos en

conservas, aerosoles ambientales, pinturas y diversos químicos en tambores metálicos. Para la identificación de este producto existe alta complejidad, ya que se puede dividir en chatarra de hojalata disponible en el mercado y envases y hojalatas. La valorización se realiza a través de la fundición para la generación de energía o nueva materia prima.

Ilustración 12. Ingresos por procesamiento de Hojalata



Fuente: Elaboración propia con datos de Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (2024)

El mercado de la hojalata es muy grande y diverso, es por ello por lo que se prevé que entre un 3% y un 4% del total de la hojalata corresponde a envases y embalajes. Convirtiéndose en una tarea compleja aislar el componente 'envase y embalaje' del total de la chatarra, puesto que para la valorización su diferenciación no tiene relevancia. Con la entrada en vigencia de la Ley REP, se espera que esta estimación vaya mejorando, ya que llegará separado a las plantas de valorización.

Por otro lado, se examinan las posibilidades de que empresas mineras tenga un departamento para procesamiento de chatarras o materiales para reciclar y en este sentido se entrevistaron 7 personas relacionadas con esta área, los resultados de sus respuestas se encuentran en el anexo 1.

Propuesta de implementación

Implementación de sistemas automatizados basado en la instalación de equipos robóticos con Inteligencia Artificial en las plantas recicladoras del país.

Uno de los sectores que mayor avance ha presentado en la búsqueda de soluciones a las problemáticas existentes en la actualidad es el Sector Tecnológico, específicamente la tecnología del reciclaje la cual ha buscado optimizar el aprovechamiento de los residuos y la reducción de su impacto en el ambiente. Uno de los principales avances en la tecnología del reciclaje es la automatización. La creación de robots o máquinas inteligentes permiten que las tareas de separar y clasificar los materiales de manera más eficiente y precisa. Estas innovaciones mejoran la cantidad de residuos que se pueden gestionar con mayor rapidez y con una mayor tasa de éxito. Esto conlleva a la disminución de mano de obra, por lo tanto, a un descenso en los riesgos de lesiones laborales.

Es importante destacar que la tecnología del reciclaje tiene un impacto significativo en la forma en que se manejan los residuos y en la promoción de prácticas más sostenibles. La automatización, la inteligencia artificial, la recolección de basura, el reciclaje de dispositivos electrónicos y la gestión de residuos son solo algunos de los avances tecnológicos que ayudan a cuidar el medioambiente y hacer una gestión más sostenible de los residuos que generamos. Entre la tecnología disponible se los diferentes tipos de Robots:

Robots de reciclaje

No todos los robots de reciclaje son iguales ya que cada cual está creado con una tarea específica como objetivo. Existen de muchos tipos diferentes, cada uno por cada tarea del proceso de reciclaje. Aunque algunos de los más comunes son: los robots de clasificación de materiales, los robots de separación de materiales y los robots de trituración de materiales.

- **Los robots de clasificación**

Los robots de clasificación de materiales están diseñados para poder separar de manera correcta los materiales reciclables de los no reciclables durante el proceso de selección. Después de detectar y clasificar los materiales en base a su tamaño, forma y composición; ya están listos para ser procesados. Un aspecto positivo de este tipo de

robots es que una vez se implementan en la cadena de reciclado, son capaces de absorber y trabajar con grandes cargas de residuos.

- Los robots de separación

Los robots de separación de materiales son esenciales en el proceso de reciclaje, ya que utilizan una combinación precisa de sensores y brazos robóticos para diferenciar y separar el plástico, el papel y el vidrio.

- Los robots de trituración

Los robots de trituración son una de las piezas más importantes del proceso de reciclaje, ya que reducirlos a partículas más pequeñas los residuos y así facilitar el tratamiento y su posterior reutilización.

Utilización de inteligencia artificial (IA)

Mediante la utilización de esta novedosa herramienta tecnológica, se puede analizar grandes cantidades de datos y aprender de ellos para lograr una mayor eficiencia del proceso de reciclaje. Así mismo a través de la inteligencia artificial se logrará predecir cuánto material se puede reciclar de un lote específico de residuos, lo que permitiría una mejor planificación y gestión del proceso de reciclaje.

Beneficios de la utilización de nueva tecnología en el proceso de reciclaje

- Aumento de la eficiencia

Una de las principales ventajas de los robots de reciclaje es su capacidad para procesar grandes cantidades de residuos a un ritmo mucho mayor que el procesamiento manual. Esto no sólo incrementa de forma sustancial la cantidad de material reciclado, sino que también reduce la necesidad de espacio de almacenamiento y los costos operativos asociados.

- Reducción de contaminación

La precisión del robot reduce la posibilidad de contaminación cruzada de materiales reciclados, garantizando mayor calidad de los materiales reciclados y su valor en el mercado de productos básicos.

- Adaptabilidad y aprendizaje

A medida que los robots se vuelven más complejos, también deben poder adaptarse a nuevos tipos de residuos y a las condiciones cambiantes en las plantas de tratamiento de residuos. El aprendizaje automático y la inteligencia artificial evolucionan constantemente para afrontar estos desafíos.

- Inversión y escalabilidad

La introducción de robots para reciclar residuos requiere una inversión inicial importante. Sin embargo, a medida que la tecnología se vuelva más asequible y las economías de escala surtan efecto, es probable que se produzca una adopción más amplia.

- Sostenibilidad a largo plazo

Con énfasis en la sostenibilidad, la robótica en el reciclaje promete no sólo mejorar el medio ambiente sino también la economía. El aumento de la eficiencia y la reducción de los residuos contribuyen al desarrollo de una economía circular, es decir, un modelo económico que tiene como objetivo minimizar los residuos y maximizar el uso de los recursos.

Estos cambios reflejan el potencial de la robótica y la inteligencia artificial en la gestión de residuos, no solo mejorando los procesos actuales sino también allanando el camino para nuevas formas de gestión de residuos más sostenibles y eficientes.

Implementación de un plan de gestión para el cumplimiento de la responsabilidad extendida del productor

Los diferentes tipos de envases y embalajes que utilizan las empresas se compran a diferentes proveedores dependiendo del tipo de material (polietileno, polipropileno y cartón) y producto, por lo que durante la producción sólo se utilizan para conseguir el producto final, listo para su venta. Después de la venta, la empresa no se responsabiliza y no realiza ninguna actividad de gestión de este tipo de residuos municipales (residuos sólidos municipales), por lo que se supone que finalmente serán eliminados juntos en vertederos o rellenos sanitarios, de igual forma, en el mercado interno no existe una cuantificación de envases y embalajes en el mercado, lo que contribuiría a la creación de capacidades de gestión. Caso contrario ocurre con los residuos de envases que se pierden en la fabricación de sus productos, considerados residuos sólidos industriales, son cuantificados y retirados mensualmente por las empresas autorizadas dependiendo del tipo de material, que varía de acuerdo a la planta productiva.

De esta manera la propuesta consiste en la recuperación y valorización de desechos sólidos que permita cumplir con lo estipulado en la Ley 20.920 del Ministerio del Medio Ambiente.

Mediante la distribución por parte de las diferentes empresas de “contenedores REP” en los diferentes sitios, con la finalidad de disponer los envases de sus productos que se utilicen a diario por los consumidores, que actualmente se depositan en los papeleros. La finalidad de ello es publicitar la normativa y las obligaciones como consumidores e iniciar con la tarea de recolección de los residuos sólidos. Estos contenedores serán recolectados por la empresa de aseo y trasladados a un depósito común de mayor tamaño, uno por planta, para luego ser retirado y valorizado por las empresas que cumplan con la iniciativa.

De igual forma se implementarán la recolección de desechos sólidos en instituciones educativas, con distintas realidades sociales y enmarcadas en escenarios diferentes. Se pretende ampliar la recolección de papel, a cartón y bolsas de plástico (Polietileno y Polipropileno). De igual forma se impulsarán la recolección de envases de los productos “institucionales”, los cuales están dirigidos a empresas de cinco áreas principalmente: salud, alimentación, hotelería, educación, industrias y oficinas. La recolección de envases de los productos de tipo masivos tendrá la necesidad de una mayor información y sensibilización hacia los consumidores, la cual integrará el área de marketing de la empresa, y será reforzada de manera periódica en redes sociales y telecomunicaciones.

Es de gran importancia que los gestores responsables del manejo de residuos en todas las estrategias mencionadas capaciten a su personal de acuerdo a las respectivas labores de recolección y valorización de residuos, tales como almacenamiento, separación, compactación, transporte, entre otros; y participen conscientemente de su trabajo en el sistema de gestión, el cual es vital para el cumplimiento de las metas.

Para el éxito de las estrategias propuestas, es fundamental la capacitación a los generadores de residuos, es decir, a los consumidores finales del producto, para poder sensibilizar y que reconozcan la nueva normativa ambiental y aporten no sólo al cumplimiento legal de la empresa, sino al principal objetivo de la Ley, que es reducir la cantidad de desechos que se generan diariamente en el país. Sumado a lo anterior, se considera como parte del personal necesario en un departamento en específico para el desarrollo de estas labores los siguientes:

Tabla 4. Manual de Funciones - Gerente General

IDENTIFICACION DEL CARGO	
NOMBRE DEL CARGO	Gerente general
DEPARTAMENTO	Gerencia
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CARGO	
<p>a) Ejecutar las políticas y directrices dadas por la junta directiva.</p> <p>b) Manejar el ámbito publicitario y el presupuesto para este fin.</p> <p>c) Contactar empresas idóneas para gestiones estratégicas.</p> <p>d) Colocar el producto en el mercado.</p> <p>e) Retroalimentar las decisiones del directorio con los jefes de importaciones y ventas.</p>	
REQUISITOS	
<p>Conocimientos de Marketing y Publicidad</p> <p>Capacidad de trabajo bajo presión</p> <p>Comunicación y manejo de personal</p>	
COMPETENCIAS	<p>Trabajo en equipo</p> <p>Acción estratégica</p> <p>Planeación y administración</p> <p>Título de tercer nivel en carreras de Administración o afines</p> <p>Edad : entre 26 a 45 años</p>
PERFIL	<p>Estado civil : indistinto</p> <hr/> <p>Género : indistinto</p>

Nota: Elaboración propia (2024)

El cargo de gerente representa una posición clave en la empresa, pues influye directamente en el rendimiento de la corporación. Él es va a organizar proyectos, definir actividades, atribuir tareas y acompañar la marcha del equipo. Además, este trabajador tiene como tarea: motivar a sus empleados para trabajar por un objetivo común.

Tabla 5. Manual de funciones - Auxiliar de procesos

IDENTIFICACION DEL CARGO	
NOMBRE DEL CARGO	Auxiliar de procesos
DEPARTAMENTO	Importaciones
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CARGO	
a) Desempeñar actividades de apoyo b) Realizar el armado del producto c) Ejecutar maniobras de carga y descarga de mercadería d) Recibir la mercadería y chatarras e) Trasladar el producto a la empresa para su ingreso al inventario	
REQUISITOS	
COMPETENCIAS	Capacidad de trabajo bajo presión Proactividad Puntualidad Estudios de bachillerato concluidos Edad : entre 25 - 35 años
PERFIL	Género : masculino <hr/> Estado civil : Soltero

Nota: Elaboración propia (2024)

Se considera necesario este personal, ya que se requiere de la formación de Técnicos Profesionales con la capacidad de operar, tramitar, medir y registrar procesos que tienen que ver con la fabricación del producto o la prestación del servicio, teniendo en cuenta la normatividad actual y contribuyendo de manera eficiente con los procesos productivos de la empresa.

Un auxiliar y con este perfil, debe conocer de calidad, seguridad y preservación del medio ambiente; cumpliendo con la legislación y normatividad vigentes; en el sector industrial, público y privado.

Tabla 6. Manual de funciones – Chofer

IDENTIFICACION DEL CARGO	
NOMBRE DEL CARGO	NOMBRE DEL CARGO
DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CARGO	
a) Transportar el producto según el jefe de ventas lo disponga b) Atender actividades del personal que denoten movilización c) Reportar novedades al asistente ejecutivo d) Atender tareas de limpieza de las instalaciones mientras el vehículo permanezca en el parqueadero e) Realizar encomiendas relacionadas con el giro del negocio	
REQUISITOS	
Mínimo 5 años de experiencia	
Habilidades de conducción de vehículos pesados	
Sostenibilidad	
COMPETENCIAS	Responsabilidad y diligencia
	Título de tercer nivel culminados o por terminar a fines con
PERFIL	el mercadeo
	Edad : entre 30 - 40 años
	Género : masculino

Nota: Elaboración propia (2024)

Conducir es, en sí mismo, un trabajo. Se trata de una actividad compleja desde el punto de vista de la psicología en la que se toman decisiones de vital importancia con la información que se tiene disponible en el momento y con la capacidad de raciocinio.

Es, sin duda, un trabajo y de que lo que se ejecute con calidad puede depender la vida de los trabajadores y la de todos aquellos involucrados en el entorno; en este caso el chofer transportará materias primas a la empresa y productos terminados a los clientes que decidan comprar al mayor.

Tabla 7. Manual de funciones – Asistente ejecutiva

IDENTIFICACION DEL CARGO	
NOMBRE DEL CARGO	Asistente ejecutiva
DEPARTAMENTO	Importaciones
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CARGO	
a) Manejar recepción de la empresa b) Tomar mensajes telefónicos c) Coordinar agenda de visitas a los funcionarios y reportar jornal de auxiliar de procesos y chofer d) Reportar movimientos de caja chica a contador e) Organizar los soportes necesarios para contabilidad	
COMPETENCIAS	REQUISITOS Habilidad en el manejo de las relaciones humanas Adaptabilidad a cambios Manejo de conflictos internos y externos Capacidad de iniciativa Título de tercer nivel culminados o por terminar a fines con
PERFIL	RRHH y administración Edad : entre 25 - 35 años Género : femenino <hr/> Estado civil : indistinto

Nota: Elaboración propia (2024)

Tabla 8. Manual de funciones - Asesor Comercial y Marketing

IDENTIFICACION DEL CARGO	
NOMBRE DEL CARGO	Asesor comercial
DEPARTAMENTO	Ventas
FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL CARGO	
<ul style="list-style-type: none"> a) Integrar conjunto de cualidades que incluyan actitudes positivas b) Manejar habilidades personales para ventas y conocimientos de la empresa y el producto c) Ser el instrumento de la administración de ventas d) Cumplir con las metas trazadas por la gerencia e) Concretar la venta el producto al grupo objetivo 	
REQUISITOS	
Comunicación constante con el jefe de ventas	
Capacidad de trabajo bajo presión	
Cumplimiento de metas propuestas	
Dominio de mercadeo y fluidez	
Título de tercer nivel culminados o por terminar afines con el mercadeo	
Edad : entre 23 - 30 años	
Género : indistinto	
Estado civil : Soltero (a)	
COMPETENCIAS	
PERFIL	

Nota: Elaboración propia (2024)

Por otro lado, como parte de la propuesta, se examinan los costos de esta para poder conocer los valores que implica la puesta en marcha de ella, en este sentido se destacan los siguientes:

Tabla 9. Inversión de equipos para operación.

Ítem	Cantidad	Costo Unidad (\$)	Costo Total (UF)
Camioneta 4x4 Diesel	3	\$ 12.126.100	1608,24
Porta Escala para Camioneta	2	\$ 400.000	35,37
Escala Telescópica de Fibra	2	\$ 133.490	11,80
Generador Eléctrico Portátil	2	\$ 168.990	14,94
Taladro	2	\$ 20.990	1,86
Esmeril	2	\$ 73.990	6,54
Soldadora	2	\$ 179.900	15,91
Juego de destornilladores y alicates aislados	2	\$ 94.140	8,32
Total (Iva Incluido)		\$ 26.395.200	1702,98

Nota: Elaboración propia (2024)

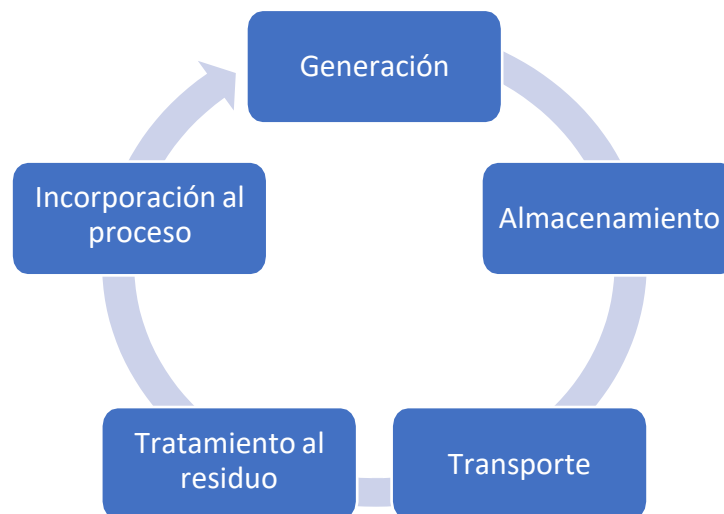
Tabla 10. Gastos en Equipos de Protección Personal y Seguridad.

Ítem	Cant.	Costo Unidad (\$)	Costo Total (\$)	Costo Total (UF)
Overoles de trabajo	4	\$ 5.220	\$ 20.880	0,923
Pares de zapatos de seguridad	4	\$ 45.990	\$ 183.960	8,133
Bolso Kit de Trabajo (Casco, Guantes, Lentes, Chaqueta reflectante)	2	\$ 12.990	\$ 25.980	1,149
Pares de gafas de seguridad	4	\$ 2.990	\$ 11.960	0,529
Pares de guantes de cuero x 10 Unidades	2	\$ 14.526	\$ 29.052	1,284

Pares de guantes de trabajo Baja Tensión Eléctrica.	2	\$ 50.000	\$ 100.000	4,421
Guantes para Soldar	3	\$ 1.620	\$ 4.860	0,215
Botiquín Profesional Vicsa	2	\$ 12.990	\$ 25.980	1,149
Casco para Soldar Bauker	2	\$ 34.990	\$ 69.980	3,094
Total (IVA Incluido)		\$ 181.316	\$ 472.652	20,895

Nota: Elaboración propia (2024)

En relación a la propuesta de reciclado se tiene:



1) Identificación de los elementos clave

Para identificar los aspectos claves en la gestión de los recursos de acuerdo con la economía circular, se tomó en consideración cada una de las etapas de la gestión de residuos (figura anterior), como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 11. Elementos clave en la gestión de residuos

PASOS	ELEMENTOS CLAVE
Generación	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de residuos producidos • Tipos de residuos utilizados
Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de almacenamiento
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Formas de transporte
Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de tratamientos
Incorporación al proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Productos generados • Usos

Nota: Elaboración propia (2024)

Como se observa en la tabla anterior, existen determinados elementos clave por cada uno de los pasos o etapas de la gestión de residuos sólidos. Esta información resulta útil para contar con una visión generalizada de cada paso, con la finalidad de evaluarlos y establecer los criterios de clasificación más adelante,

2) Asignación de criterios de clasificación

La evaluación de la gestión de los recursos requiere establecer los criterios a considerar para la clasificación requerida por el modelo ABC; los cuales deben alinearse con parámetros de la gestión sostenible y economía circular. En la tabla siguiente se tiene esa alineación considerando los elementos clave establecidos en la tabla anterior y los principios de la economía circular señalados por Melgarejo (2019) y Ellen MacArthur Foundation (2022).

Tabla 12. Criterios de clasificación de los residuos

ELEMENTOS CLAVE	PRINCIPIOS DE LA ECONOMIA CIRCULAR	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN
Cantidad de residuos producidos Tipos de residuos utilizados	Conservación del capital natural	Impacto ambiental
Tipo de almacenamiento	Fomentar la eficacia del sistema	Impacto ambiental

Formas de transporte	Fomentar la eficacia del sistema	Aprovechamiento de los recursos/residuos
Tipos de tratamientos	Optimizar el uso de recursos	Aprovechamiento de los recursos/residuos
Productos generados Usos	Conservación del capital natural	Reinserción en la cadena económica

Nota: Elaboración propia (2024)

3) Clasificación de los elementos

Para clasificar los elementos de la gestión de residuos se asignaron las categorías establecidas por el modelo ABC: A (alta importancia), B (importancia moderada) o C (baja importancia); identificando aquellos elementos que requieren especial atención dada su criticidad, como se indica en la tabla siguiente.

Tabla 13. Clasificación de los elementos

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	ELEMENTOS CLAVE	CLASIFICACIÓN
Impacto ambiental	Cantidad de residuos producidos	A
	Tipos de residuos utilizados	C
Impacto ambiental	Tipo de almacenamiento	A
Aprovechamiento de los recursos/residuos	Formas de transporte	C
Aprovechamiento de los recursos/residuos	Tipos de tratamientos	A
Reinserción en la cadena económica	Productos generados	B
	Usos	A

Nota: Elaboración propia (2024)

De acuerdo a los criterios establecidos para la clasificación de los elementos clave en la gestión de los residuos el análisis de la tabla anterior se fundamentó en el impacto de esos elementos en los criterios establecidos, describiéndolos de la forma siguiente:

a) Criterio de impacto ambiental

En el caso de la cantidad de residuos producidos, este elemento es considerado de alta importancia (A) para el ambiente, ya que sus efectos pueden generar gases efecto invernadero (GEI), contaminación de suelos y de aguas subterráneas, eutrofización de vías fluviales; mientras los tipos de residuos generados por otras actividades, si bien tienen un impacto ambiental en la naturaleza, en el caso de estudio se clasifica de baja importancia (B), dado que los tipos de residuos en su mayoría son biodegradables.

Otro aspecto que impacta al ambiente es el tipo de almacenamiento que se haga de los residuos, pues de ello depende el grado de contaminación y el efecto a la capa de ozono por los gases emitidos. Es así como al tipo de almacenamiento se le atribuye una alta importancia (C).

b) Criterio de Aprovechamiento de los recursos/residuos

En cuanto al aprovechamiento de los residuos y recursos es necesario tomar en cuenta los pasos de transporte y tratamiento. En el primero de ellos, relacionado con la forma en que son trasladados los residuos desde su origen hacia su disposición final, en este caso la clasificación se considera de Baja importancia (C), ya que el traslado resulta fundamental pero sin importar el tipo de transporte utilizado.

El segundo paso vinculado con el tratamiento se relaciona con los tipos de tratamientos que se les dé a los residuos sólidos; lo que resulta de vital importancia debido a que la forma de tratarlos representa beneficios y bajos costos, dependiendo del proceso de transformación. Es así como este elemento es clasificado de Alta importancia (A).

c) Criterio de Reinserción en la cadena económica

Una vez tratados los residuos se generan productos que pueden ser aprovechados, por lo que su reinserción en la cadena económica es de interés para la minería y actividades relacionadas. En ese sentido, a los productos generados del tratamiento

se clasifican de mediana importancia (B), mientras que el uso que hagan de ellos es de alta importancia (A) por los beneficios que estos representan para la cadena económica del país.

Comparación de actividades

Para comparar la realidad encontrada en el sector minero sobre los residuos y las actividades principales de la gestión estratégica de los mismos, en la tabla siguiente se presentan similitudes y diferencias que se presentan. Esto permitió encontrar las brechas entre la gestión actual en minería y los parámetros de una gestión sostenible conforme a la economía circular; con la finalidad de identificar las áreas que requieren mejoras para ofrecer una gestión más sostenible de los recursos a los productores de residuos en empresas mineras en Chile.

Tabla 14. Comparación gestión actual y gestión estratégica

ELEMENTOS CLAVE	GESTIÓN ACTUAL	GESTIÓN ESTRATEGICA
Cantidad de residuos producidos	Prevalencia de la presencia de desechos en las áreas de residencia	Es necesario evitar la acumulación de los residuos producidos, con la finalidad de controlar la generación de gases efecto invernadero y la contaminación de los suelos, así como la eutrofización de vías fluviales.
Tipos de residuos		Los residuos tienen la particularidad de ser biodegradables, por lo que aquellos generados deben ser aprovechados y tratados de forma sostenible.

Continúa...

<p>Tipo de almacenamiento</p>	<p>Prevalencia de la incineración de desechos que tienen efectos perjudiciales en las especies silvestres y en la salinización del suelo</p>	<p>Los residuos pueden mantenerse al aire libre o en lugares cerrados de amplia estructura</p>
<p>Formas de transporte</p>		<p>Mejorar la eficacia del sistema de transporte para disminuir el uso de combustibles fósiles.</p>
<p>Tipos de tratamientos</p>	<p>Es necesario promover la gestión adecuada de desechos y la adopción de prácticas más sostenibles en la minería local que ayuden a recuperar los suelos, abonarlos y minerizarlos</p>	<p>El reciclaje, reducción, y reutilización son tratamientos básicos. Pueden ser utilizados tratamientos, así como degradación de sustancias contaminantes, además es necesario valorizar e implementar los residuos.</p>
<p>Productos generados</p>	<p>Una fuerte predisposición de los encuestados en aprovechar la materia prima restante de la actividad en la elaboración de diversos productos.</p>	<p>Materia prima para otros procesos y productos terminados para el hogar y otros.</p>

Continúa...

	Presenta una cultura de significativa a moderada en el uso de desechos en aspectos constructivos	Producción de subproductos; mejoramiento de la calidad del suelo y aguas subterráneas; generación de electricidad, calentamiento de instalaciones, etc.
Usos	Uso inadecuado de los recursos	
	Inadecuadas prácticas y la falta de sustentabilidad en el manejo de los residuos	Generación y autoconsumo de la energía eléctrica y térmica.

Nota: Elaboración propia (2024)

Como se puede observar en la tabla anterior, el sector minero presenta ciertas características sostenibles en el manejo de los residuos que contribuyen a la disminución del impacto ambiental causado principalmente por la falta del recurso de transformación, y las insuficientes prácticas sostenibles en el manejo de la producción minera y gestión de residuos. Al analizar la perspectiva de los encuestados y comparar con lo establecido en una gestión sostenible de residuos, pueden encontrarse existen algunos elementos que guardan ciertas coincidencias/divergencias desde el marco de la economía circular.

Las divergencias en los resultados obtenidos se presentan en 3 elementos clave, como: productos generados y el uso de los mismos, así como almacenamiento de los residuos. Esta particularidad tiene sentido debido a que la insuficiencia de productos que pueden generarse mediante prácticas previstas en la economía circular implica el insuficiente uso de los mismos; es decir son variables directamente proporcionales.

En el caso de los productos generados, los productores manifiestan una fuerte predisposición para el aprovechamiento de la materia prima restante de la minería en la elaboración de diversos productos, lo que puede ser fundamental para impulsar prácticas sostenibles y la economía local; sin embargo no hay indicios que lo estén haciendo. En este caso, la gestión estratégica sostenible sugiere aprovechar los residuos para generar materia otros procesos y productos lo cual requiere de procesos

de capacitación para el fortalecimiento de la economía circular bajo una política de residuos cero.

Otro elemento en el cual la gestión sostenible requiere ampliar las posibilidades de establecer mejoras y hacer sostenible el uso de los desechos está relacionado con la cultura prevaleciente para ello, destacando que el uso principal dado a los residuos se limita a aspectos constructivos. Esto es un indicativo que aún faltan otros usos que puede agregarse a esa lista, pues la gestión estratégica de los residuos también ofrece la posibilidad de mejorar la calidad de las aguas subterráneas; generar electricidad o calentamiento de instalaciones.

Igualmente, existen diferencias en el almacenamiento de los residuos pues mientras que en una economía circular pueden mantenerse al aire libre por períodos no muy largos de tiempo, o en lugares cerrados de amplia estructura; los productores mineros mantienen prácticas tradicionales, causando efectos perjudiciales en las especies silvestres y en la salinización del suelo.

Esta situación refleja la inexistencia de un plan para la disposición de residuos, llevando a los productores a asumir la solución más económica para ellos como es el desecho de residuos; sin tomar en consideración los recursos económicos que pueden obtenerse mediante el uso sostenible de los mismos.

Por otra parte, se tienen los aspectos manifestados por los productores con respecto a los elementos clave identificados y que guardan coincidencias con lo planteado por la gestión estratégica sostenible; como son: cantidad y tipo de residuos, formas de transporte y tratamiento de los residuos.

La cantidad de residuos producidos es considerada un punto de coincidencia, pues la presencia de estos en ambos enfoques es una constante, cuya diferencia se basa en el manejo que se haga de ellos; sin embargo, la presencia de desechos mineros en las áreas de residencia requiere ser controlada para evitar la generación de gases efecto invernadero, contaminación de los suelos y eutrofización de vías fluviales.

Es importante destacar que, la cantidad de residuos varían de acuerdo con diversos factores de la actividad minera y de sus etapas, así como del tratamiento que se les dé, además del uso. Por lo tanto, la generación de residuos es un factor que resulta beneficioso o no, dependiendo de la forma en que los productores mineros realicen una gestión sostenible de los mismos.

La característica principal de los tipos de residuos es ser biodegradables, sin embargo no se tiene de manera explícita los residuos producidos por los productores mineros, por lo que se asume que se incluyen los generados en cada etapa de la minería. Lo importante de ello, es el aprovechamiento y tratamiento sostenible que se les dé, como lo establece la economía circular.

Las formas de transporte utilizadas en la gestión de los residuos, es otro elemento clave que permite tener una visión de la sostenibilidad que implica el traslado de estos desde su origen hasta su destino final.

Dentro de la economía circular, la eficacia del sistema de transporte se orienta a la disminución del uso de combustibles fósiles y su sustitución por biocombustibles; no obstante, la omisión de información sobre la forma de transporte de los residuos utilizada por los productores, la manifiesta necesidad de fomentar prácticas más sostenibles en la gestión de desechos y la quema de algunos de los residuos, infiere la posibilidad de que no exista la necesidad o por lo menos a escala considerable, de utilizar transporte para el traslado de los mismos.

Finalmente, el tratamiento de los residuos desde la gestión sostenible sugiere la aplicación de diversos procesos como reciclaje, reducción, reutilización, además de usar tratamientos, valorizar e implementar los residuos, entre otros; pero la realidad encontrada sugiere la necesidad de promover la adopción de prácticas más sostenibles en la minería local que ayuden a recuperar el ambiente en general.

Esto indica que la información recibida por los productores en procesos de capacitación no ha sido la suficiente para implementar acciones sostenibles en el manejo de los residuos; por lo que se sugiere mejorar el acceso a la información y promover la educación en la materia.

Con base a lo anterior, es necesario elaborar un plan de gestión sostenible de residuos que fortalezca al sector minero, además de incrementar la posibilidad de que los productores tomen conciencia de la importancia de hacer una labor donde pueda conservarse el capital natural, mejorar los beneficios de los recursos que conservan su máxima utilidad en todo momento, además de minimizar las pérdidas y situaciones externas negativas que puedan presentarse.

En otras palabras, un plan donde la sostenibilidad se fundamente en la integración del productor minero, la sociedad y el Estado; donde la calidad, seguridad de los productos y cuidado del ambiente, sean los aspectos clave para fortalecer la minería y las

prácticas sostenibles.

Plan de gestión de residuos orgánicos con base a la economía circular

1. *Presentación del plan*

La gestión sostenible de residuos representa la oportunidad de ofrecer opciones de desarrollo que minimicen el impacto ambiental producido por prácticas inadecuadas en el manejo de los residuos, y al mismo tiempo, contribuya a adquirir formas diversas de disminuir costos y aumentar los beneficios que la economía circular ofrece.

Luego de los análisis anteriores desde la óptica de los productores mineras, se detectaron ciertas debilidades con respecto a la gestión sostenible, como es el caso de: practicas inadecuadas para el tratamiento de los residuos, generación de productos y usos; se tiene previsto un conjunto de acciones que las minimicen o eliminen, a modo de alcanzar una manera sostenible de contribuir al desarrollo económico, ambiental y social de la zona productiva.

Este plan presenta un enfoque integral donde se incluye un llamado de atención a los productores a manera de reconocer el aporte significativo de la sostenibilidad en el manejo de los residuos; además de la necesidad de organizarse para generar estrategias colectivas que generen beneficios colectivos para la producción minera.

- *Objetivo del plan*

Promover la gestión sostenible de residuos orgánicos en zonas mineras bajo el enfoque de la economía circular.

2. *Justificación*

La disposición de un plan sostenible para el manejo de residuos es la oportunidad de ofrecer a los productores una forma innovadora de sacar provecho de lo que hasta ahora ha representado en la mayoría de los casos, residuos que afectan negativamente al ambiente y los suelos; sin que sean vistos como alternativas para generar productos que pueden ser utilizados para beneficio del sector minero.

Con este plan es posible mitigar el impacto ambiental causado por los residuos y la aplicación de prácticas tradicionales para su tratamiento; promoviendo nuevas formas

de uso y consolidando el conocimiento como estrategia para la sostenibilidad del plan.

De esta forma, el plan de gestión de residuos busca establecer una conexión directa con los productores mineros, las autoridades de gobierno, universidades, centros de investigación y organizaciones de protección ambiental; con la finalidad de establecer alianzas sostenibles para el beneficio del sector de las minas y desarrollo local.

3. Beneficiarios

Los beneficiarios directos son los productores mineros.

Y como beneficiarios indirectos se incluyen: Minera Escondida, gobierno local y población de ciudades cercanas con accesibilidad a los productos producidos, organizaciones de protección del medio ambiente, universidades y centros de investigación.

4. Requerimientos para la ejecución del plan

4.1. Por parte de los productores

Disposición y compromiso de acción y decisión para adquirir conocimientos e implementar cambios en la gestión de los residuos.

4.2. Por parte del gobierno local

Facilitar espacios físicos para la capacitación y organización de los productores mineros

Asignar presupuestos para la creación de proyectos de desarrollo en la gestión de residuos.

Agilizar los trámites necesarios para el impulso de acciones sostenibles que contribuyen al desarrollo local.

4.3. Por parte de organizaciones protectoras del medio ambiente

Disponer de personal capacitado para la formación de los productores en materia de gestión sostenible de los residuos.

Prácticas sostenibles en terreno donde puedan aplicarse los conocimientos adquiridos.

Asesorías permanentes a los productores.

4.4. Por parte de universidades y centros de investigación

Acompañamiento en estudios de los residuos, tratamientos y productos generados.

Disposición de recursos: humano, instalaciones, laboratorios, otros; para la formación, elaboración de pruebas y estudios técnicos, análisis de muestras.

5. Plan de acción

En la tabla siguiente se presenta el plan de acción previsto como resultado de esta investigación, el cual se estructura en 2 etapas: la primera de ellas, destinada al proceso de formación y organización de los productores; mientras la segunda, destinada a las acciones de cambio donde se incorporan nuevas formas de gestionar los residuos del sector minero.

Tabla 15. Plan de acción para la gestión sostenible de residuos

Etapas 1: Proceso de formación y organización				
Acciones	Estrategias	Recursos	Responsable	Tiempo
Promover la necesidad de una gestión sostenible de los residuos	<ul style="list-style-type: none">- Visitas a los productores.- Difusión de información a través de medios de comunicación locales, entrega de volantes en sitios estratégicos de la ciudad y en las zonas productivas.	<p>Personal capacitado en sostenibilidad y manejo de residuos.</p> <p>Transporte</p> <p>Material de referencia impreso</p>	<p>Organizaciones protectoras del medio ambiente</p> <p>Universidades</p>	30 días

<p>Establecer alianzas sostenibles para la conformación de una organización sostenible en el manejo de residuos</p>	<p>Reuniones Trabajo de equipo</p>	<p>Personal estratégico de los grupos involucrados (representantes) Documentos de formalización de la alianza</p>	<p>Organizaciones protectoras del medio ambiente Universidades Gobierno local Productores</p>	<p>15 días</p>
<p>Planificar un proceso de formación para la gestión de los residuos: tipos de residuos, gestión de residuos, herramientas y técnicas para el manejo de estos.</p>	<p>Reuniones Mesa de trabajo</p>	<p>Especialista en el área Material impreso</p>	<p>Organizaciones protectoras del medio ambiente Universidades</p>	<p>2 días</p>

Nota: Elaboración propia (2024)

Tabla 16. Plan de acción para la gestión sostenible de residuos (Etapa II)

Etapa 2: Acciones de cambio				
Acciones	Estrategias	Recursos	Responsables	Tiempo
<p>Detectar las necesidades particulares de los productores con respecto al manejo de residuos y las características de estos.</p>	<p>Visitar a los productores</p> <p>Realizar recorridos por las propiedades y empresas</p>	<p>Cuaderno de anotaciones</p>	<p>Organizaciones protectoras del medio ambiente o especialista en sostenibilidad y residuos</p>	<p>10 días</p>
<p>Elaborar alternativas de recolección eficiente y selectiva (almacenamiento) de los residuos y la planificación de rutas de recolección.</p>	<p>Reuniones</p> <p>Mesas de trabajo</p>	<p>Cuaderno de anotaciones</p> <p>Mapas de las zonas mineras</p> <p>Lápiz, papel</p>	<p>Organizaciones protectoras del medio ambiente.</p> <p>Universidades</p> <p>Gobierno local</p> <p>Productores</p>	<p>2 días</p>
<p>Capacitar a los productores sobre la importancia de separar adecuadamente los residuos</p>	<p>Taller sobre separación de residuos</p>	<p>Especialista en el área</p> <p>Material impreso</p> <p>Recursos audiovisuales</p>	<p>Organizaciones protectoras del medio ambiente.</p>	<p>1días</p>

Realizar capacitación sobre tratamientos de los residuos	Talleres sobre valorización energética, reciclaje, reducción y recuperación	Especialista en el área Material impreso Recursos audiovisuales	Universidades	15 días
Implementar prácticas de tratamientos de residuos	Prácticas de campo	Especialista en el área Equipos técnicos	Universidades Productores	60 días
Definir proyectos para la implementación de instalaciones para el tratamiento de residuos	Reuniones Mesas de trabajo	Especialistas en el área Material impreso Recursos audiovisuales Computador Impresora	Organizaciones protectoras del medio ambiente. Universidades Gobierno local Productores	30 días
Realizar monitoreo sobre la gestión de residuos en las zonas mineras	Visitas de campo	Cuaderno de anotaciones Cámara fotográfica	Universidades Gobierno local Productores	20 días
Implementar cambios en la gestión de residuos que garanticen la mejora continua en los pasos definidos.	Reuniones Mesas de trabajo	Especialistas en el área Recursos audiovisuales Computador Impresora Cuaderno de anotaciones	Universidades Gobierno local Productores	20 días

Nota: Elaboración propia (2024)

Una forma para hacer la evaluación de los resultados obtenidos de la ejecución del plan de acción propuesto; es mediante la definición de objetivos y metas claras y medibles en términos de sostenibilidad para la gestión de residuos en la zona o empresa como se muestra en la tabla siguiente

Tabla 17. Objetivos y metas para la gestión de residuos orgánicos en Ovalle

Objetivo	Indicador	Fórmula	Meta	Frecuencia
Promover el aumento de los residuos procesados de acuerdo con un tratamiento específico.	Porcentaje de residuos procesados (PROP)	$PROP = \frac{\text{residuos procesados} * 100}{\text{residuos producidos}}$	$\geq 75\%$	Mensual
Disminuir el uso de combustibles fósiles para el transporte de residuos	Cantidad de combustible utilizado (CCU)	$CCU = \text{Cantidad combustible final} - \text{cantidad combustible inicial}$	≤ 100 lts por productor	Semanal
Disminuir los residuos almacenados	Cantidad de residuos almacenados (CROA)	$CROA = \text{Cantidad de residuos orgánicos producidos} - \text{residuos procesados}$	≤ 800 ton	Anual
Aumentar el uso de los productos generados por tratamientos sostenibles	Porcentaje de productos sostenibles utilizados (PPSU)	$PPSU = \frac{\text{productos sostenibles utilizados} * 100}{\text{productos sostenibles generados}}$	100%	Anual

Nota: Elaboración propia (2024)

Resultados

La automatización de plantas recicladoras en Chile representa un paso significativo hacia una economía circular y una gestión más eficiente de los residuos. Sin embargo, estimar con precisión el incremento del reciclaje que resultará de esta implementación es un desafío que involucra múltiples variables y factores interrelacionados. La automatización de plantas recicladoras es sin duda un factor clave, pero no el único. Otros elementos que influyen en los índices de reciclaje incluyen:

Legislación y políticas públicas: La implementación de leyes que promueven la separación en origen, la responsabilidad extendida del productor y la gestión integral de residuos sólidos son fundamentales para fomentar el reciclaje.

Conciencia ciudadana: La educación y concientización de la población sobre la importancia del reciclaje y la correcta separación de residuos son esenciales para aumentar los volúmenes de material reciclable.

Infraestructura: La disponibilidad de puntos de recolección, la eficiencia de la logística de recolección y la capacidad de las plantas de procesamiento son factores críticos.

Economía del reciclaje: Los precios de los materiales reciclados en el mercado global y los costos asociados al reciclaje influyen en la viabilidad económica de las operaciones de reciclaje.

Innovación tecnológica: Además de la automatización, otras tecnologías como el diseño de productos para facilitar el reciclaje y el desarrollo de nuevos materiales reciclados pueden impulsar el sector.

A pesar de los beneficios que se puede lograr mediante la automatización del sector del reciclaje y valorización del país, se encuentran con una serie de desafíos y limitaciones como por ejemplo:

Costos de inversión: La automatización de plantas recicladoras requiere una inversión inicial significativa.

Mantenimiento y actualización tecnológica: Las plantas automatizadas requieren un mantenimiento constante y actualizaciones tecnológicas.

Disponibilidad de mano de obra calificada: La operación y mantenimiento de equipos automatizados requiere personal capacitado.

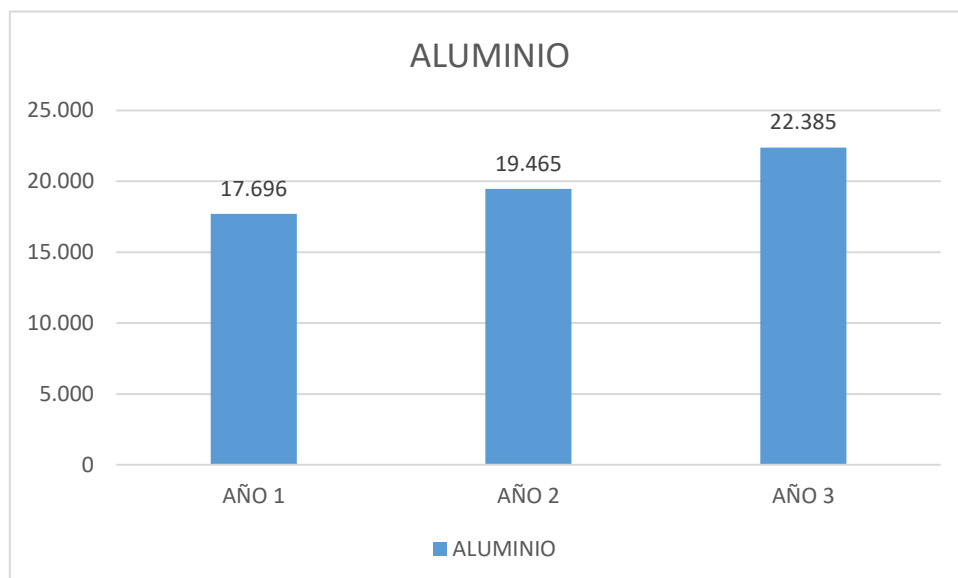
Contaminación de los materiales: La presencia de contaminantes en los residuos puede afectar la calidad de los materiales reciclados y reducir su valor de mercado.

Dada la complejidad del tema, es difícil proporcionar una estimación precisa del incremento del reciclaje en Chile con la automatización de plantas recicladoras. Sin embargo, se puede afirmar que:

- Aumentará la eficiencia: La automatización optimizará los procesos y reducirá los costos de operación.
- Se incrementará la capacidad de procesamiento: Las plantas podrán procesar mayores volúmenes de residuos.
- Se mejorará la calidad de los materiales reciclados: La automatización permitirá una clasificación más precisa y una reducción de la contaminación.

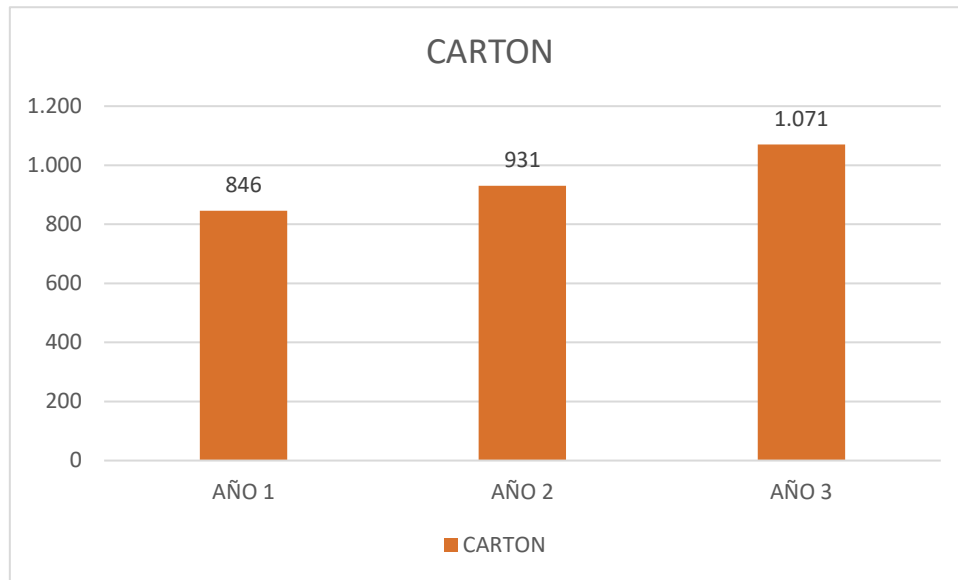
La automatización de plantas recicladoras en Chile representa una oportunidad para avanzar hacia una economía circular y reducir la generación de residuos. Por lo que se estima que para el primer año con la aplicación de la automatización se pueda incrementar un 5% la cantidad de Material Gestionado en el país. Por lo que las cifras en toneladas de los diferentes residuos prioritarios serán las siguientes:

Ilustración 13. Estimación de procesamiento de Aluminio con sistema automatizado



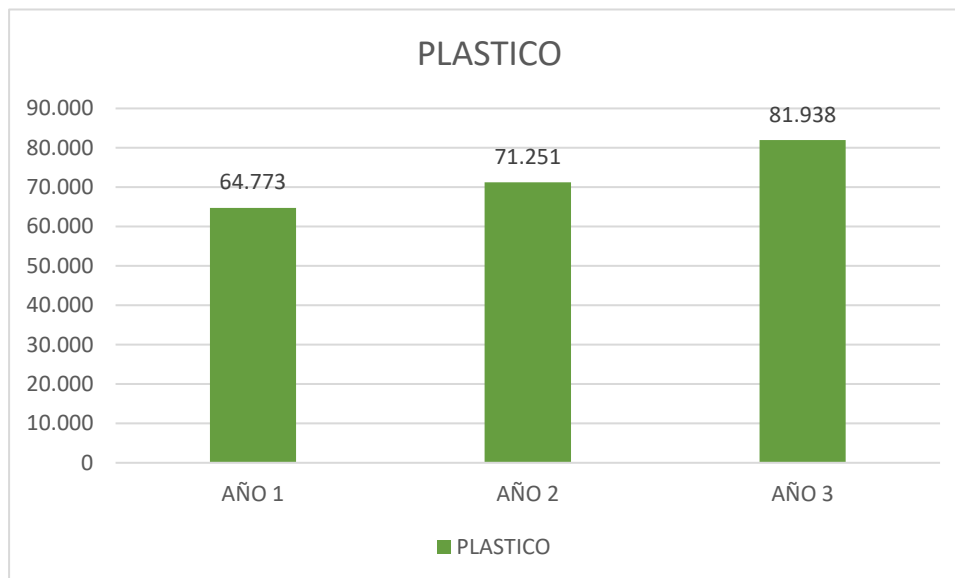
Fuente: Elaboración propia (2024)

Ilustración 14. Estimación de procesamiento de Cartón con sistema automatizado



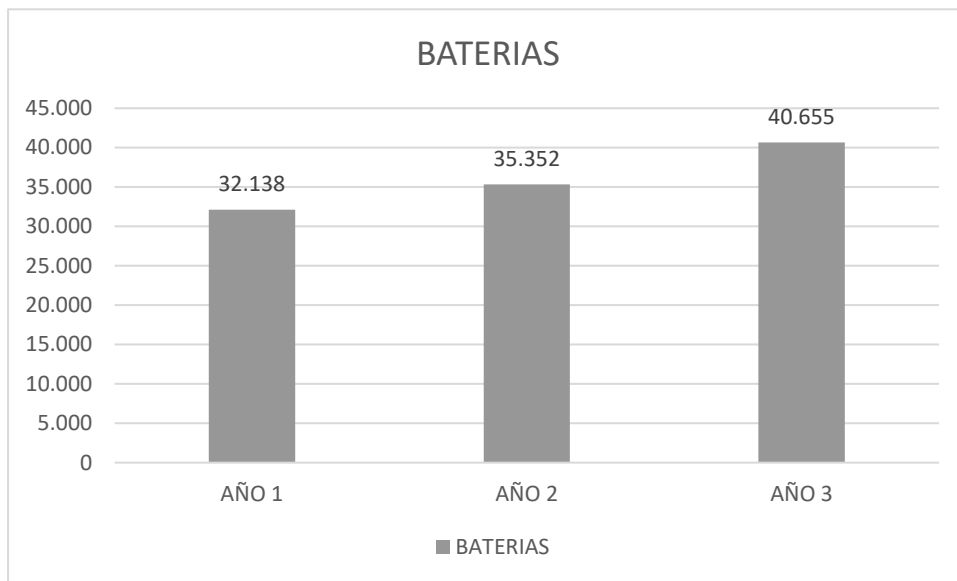
Fuente: Elaboración propia (2024)

Ilustración 15. Estimación de procesamiento de Cartón con sistema automatizado



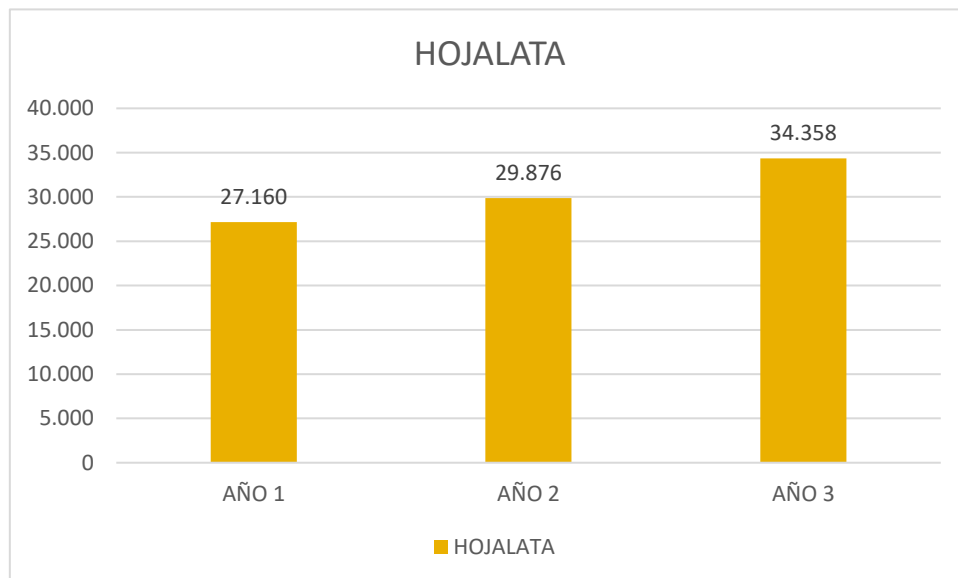
Fuente: Elaboración propia (2024)

Ilustración 16. Estimación de procesamiento de Batería con sistema automatizado



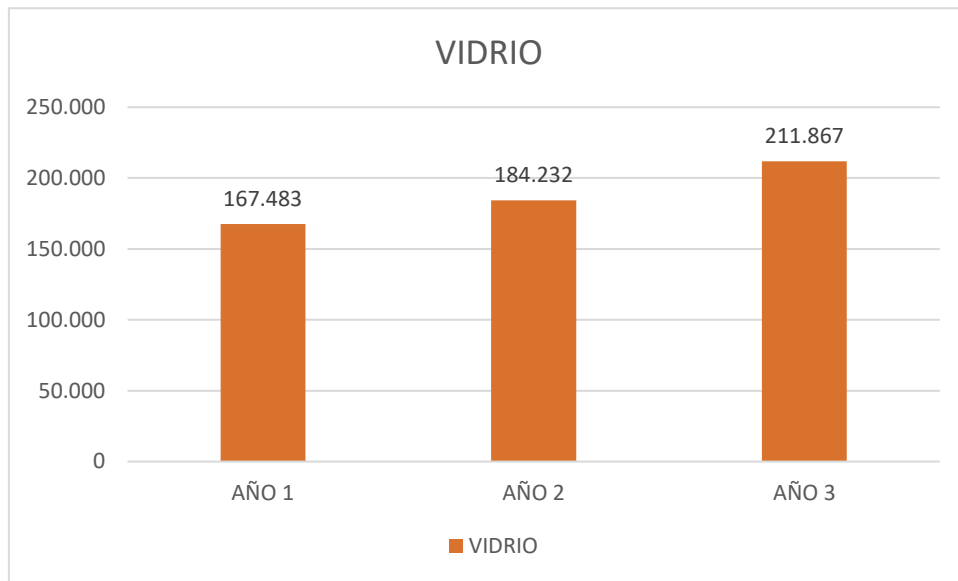
Fuente: Elaboración propia (2024)

Ilustración 17. Estimación de procesamiento de Hojalata con sistema automatizado



Fuente: Elaboración propia (2024)

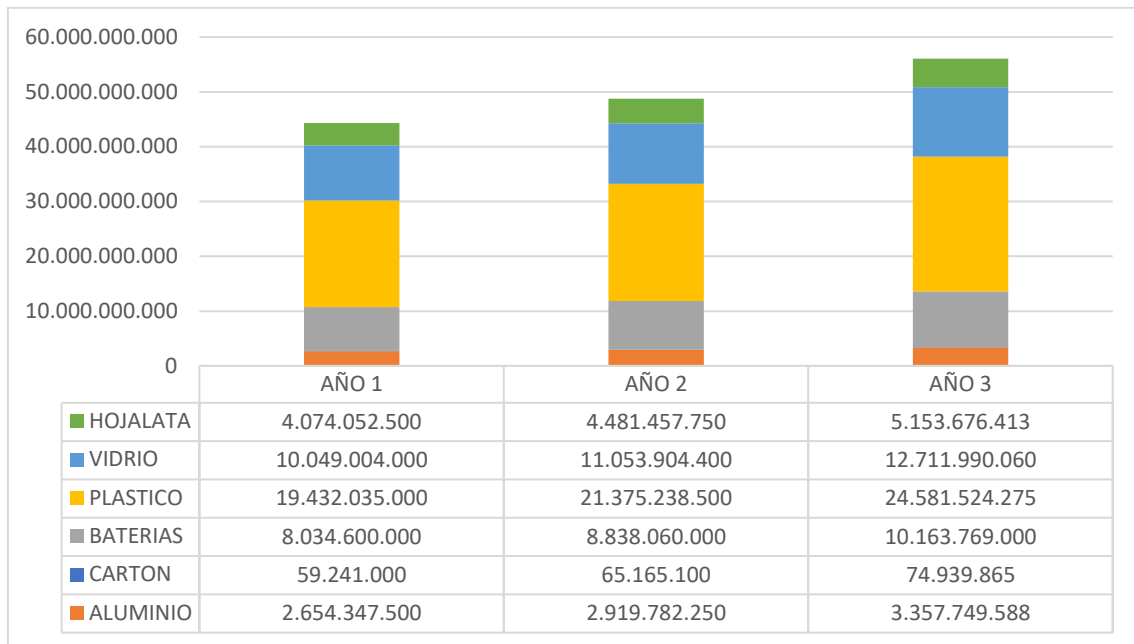
Ilustración 18. Estimación de procesamiento de Vidrio con sistema automatizado



Fuente: Elaboración propia (2024)

Como es de esperarse con un proceso automatizado que mejore las condiciones actuales del proceso de reciclado y de valorización de los materiales priorizados, los niveles de ingresos que se pueden obtener por la gestión de tratamiento de los mismos serán mayor, siempre y cuando se mantengan las condiciones de precios y disponibilidad de material del país.

Ilustración 19. Estimación de ingresos con sistema automatizado



Fuente: Elaboración propia (2024)

Conclusión

El presente trabajo investigativo tuvo como finalidad proponer la implementación de un sistema de reciclaje y valorización de los residuos automatizados para ello, se realizó un diagnóstico de la situación actual del país, con la utilización de cifras oficiales que permitieran tener una relación cuantitativa de los materiales reciclados y los beneficios económicos que generan la actividad. Por lo que con la implementación de un sistema de reciclaje adaptado con la mayor tecnología disponible se puede lograr los siguientes resultados:

- Mayor eficiencia: La automatización permite procesar mayores volúmenes de material reciclable en menos tiempo, reduciendo costos y aumentando la productividad.
- Mayor precisión: Los sistemas automatizados pueden clasificar los materiales con mayor precisión, lo que mejora la calidad del material reciclado y su valor en el mercado.
- Condiciones de trabajo más seguras: La automatización de tareas repetitivas y peligrosas mejora las condiciones de trabajo para los operarios.
- Menor impacto ambiental: Al reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos, la automatización contribuye a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del suelo y el agua.

De igual forma se pueden obtener beneficios económicos, ya que con el incremento de los niveles de materiales reciclados se genera un impacto económico positivo en múltiples niveles, tanto a escala local como global. A continuación, se detallan algunos de los principales beneficios económicos asociados al reciclaje:

- Reducción de costos de producción: Las empresas que utilizan materiales reciclados como materia prima suelen experimentar una reducción en sus costos de producción, ya que estos materiales suelen ser más baratos que los vírgenes.
- Generación de empleos: La industria del reciclaje genera una gran cantidad de empleos, tanto en la recolección, clasificación y procesamiento de materiales

reciclables, como en la producción de nuevos productos a partir de estos materiales.

- Aumento de la competitividad empresarial: Las empresas que incorporan el reciclaje en sus procesos productivos pueden mejorar su imagen de marca, atraer a un público más consciente y diferenciarse de sus competidores.
- Estabilización de los precios de las materias primas: Al reducir la dependencia de las materias primas vírgenes, las empresas se vuelven menos vulnerables a las fluctuaciones de los precios en los mercados internacionales.
- Ahorro en costos energéticos: El reciclaje consume menos energía que la producción de materiales vírgenes, lo que se traduce en ahorros significativos en costos energéticos.
- Reducción de los costos ambientales: La gestión de residuos y el reciclaje contribuyen a reducir los costos asociados a la contaminación del aire, el agua y el suelo.
- Desarrollo de nuevos mercados: El reciclaje fomenta el desarrollo de nuevos mercados para productos reciclados, lo que puede generar nuevas oportunidades de negocio y crecimiento económico.
- Atracción de inversiones: Las regiones y países que promueven el reciclaje y la economía circular suelen ser más atractivos para las inversiones, tanto nacionales como extranjeras.
- Mayor seguridad de suministro: Al reducir la dependencia de las importaciones de materias primas, el reciclaje contribuye a garantizar un suministro más estable y seguro de materiales.
- Fortalecimiento de la economía local: El reciclaje puede fortalecer la economía local al generar empleo y valor añadido en el país.
- Contribución al desarrollo sostenible: El reciclaje es una parte fundamental de la economía circular, un modelo económico que busca reducir la generación de residuos, mantener los productos y materiales en uso y regenerar los sistemas naturales.

De igual forma que con la propuesta anterior, mediante la implementación de un plan de gestión de desechos sólidos que permita cumplir con la REP, se obtienen una serie

de ventajas tanto para las empresas como para el medio ambiente y la sociedad en general. Entre estos beneficios se tienen:

Beneficios para las Empresas

- Mejora de la imagen corporativa: Al demostrar un compromiso con la sostenibilidad y la gestión responsable de los residuos, las empresas pueden mejorar su reputación y fortalecer su relación con los consumidores.
- Diferenciación en el mercado: La implementación de prácticas sostenibles puede ayudar a las empresas a destacar en un mercado cada vez más competitivo, atrayendo a consumidores conscientes del medio ambiente.
- Acceso a nuevos mercados: Algunos mercados exigen que los productos cumplan con ciertos estándares de sostenibilidad, por lo que el cumplimiento de la REP puede abrir nuevas oportunidades de negocio.
- Reducción de costos: A largo plazo, la implementación de un plan de gestión eficiente puede conducir a una reducción de costos, gracias a la optimización de los procesos y la reducción de la generación de residuos.
- Cumplimiento normativo: Un plan de gestión bien diseñado garantiza el cumplimiento de las regulaciones ambientales y evita sanciones económicas.

Beneficios para el Medio Ambiente

- Reducción de la generación de residuos: Al fomentar la reutilización, el reciclaje y la valorización de los residuos, la REP contribuye a disminuir la cantidad de residuos enviados a vertederos y rellenos sanitarios.
- Conservación de recursos naturales: La reducción de la extracción de materias primas vírgenes para la producción de nuevos productos ayuda a conservar los recursos naturales.
- Mitigación del cambio climático: Al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción y gestión de residuos, la REP contribuye a combatir el cambio climático.

Beneficios para la Sociedad

- Mejora de la salud pública: La reducción de la contaminación y la gestión adecuada de los residuos contribuyen a mejorar la salud pública.
- Desarrollo económico sostenible: La economía circular, promovida por la REP, genera empleo y fomenta el desarrollo económico a largo plazo.
- Mayor conciencia ambiental: La implementación de la REP contribuye a sensibilizar a la población sobre la importancia de la gestión de residuos y la protección del medio ambiente.

En conclusión, la implementación de un plan de gestión para el cumplimiento de la REP ofrece una serie de beneficios tanto para las empresas como para el medio ambiente y la sociedad en general. Es una inversión a largo plazo que contribuye a construir un futuro más sostenible.

Bibliografía

Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica 6ª Edición. Derechos reservados © 2012 EDITORIAL EPISTEME, C.A. Caracas. Disponible en: <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>

Asociación Nacional de la Industria del Reciclaje (ANIR) da a conocer las estadísticas 2022 de reciclaje de envases y embalajes y clúster automotriz. Disponible en: <https://anir.cl/la-asociacion-nacional-de-la-industria-del-reciclaje-anir-da-a-conocer-las-estadisticas-2022-de-reciclaje-de-envases-y-embalajes-y-cluster-automotriz/>

Alliende C., F. 1996. Manual de Manejo de Residuos Sólidos Industriales. CONAMA. 314p.

Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA. 2010. Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile. Basado en el Estudio "Levantamiento, Análisis, Generación y Publicación de Información Nacional sobre Residuos Sólidos de Chile". 60 p.

Cámara Chilena de la Construcción (2021). Informe n°02/2021 permisos de edificación período enero-diciembre 2020 región de Arica y Parinacota. Disponible en: <https://cchc.cl/documents/d/quest/informe-n-02-permisos-de-edificacion-periodo-enero-diciembre-2020-region-de-arica-y-parinacota-16-febrero-2021-arica-chile>

Fortín, M. (2012) "El Proceso de Investigación: de la Concepción a la Realización". Edt: McGraw-Hill Interamericana, México

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2012). Nacimiento de un proyecto de investigación cuantitativa o mixta: la idea. En Metodología de la investigación. (pp. 24-30). Recuperado de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Hurtado, J. (2009). El proyecto de investigación: metodología de la investigación holística. Disponible en: <https://ayudacontextos.wordpress.com/wp-content/uploads/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>

Irevna. (s.f.). *Tire Recycling Industry: A Global View*. Recuperado de: <http://www.irevna.com/pdf/Industry%20Report.pdf>

Martín, D. (2008) "Metodología de la Investigación". Editores Júpiter, Caracas

Ministerio de Salud. 1967. Decreto con Fuerza de Ley N° 725, "Código Sanitario". Chile.

Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia de la República. 1994. Ley N° 19.300, "Bases Generales del Medio Ambiente". Chile.

Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia de la República. 1995. Decreto Supremo N° 95, "Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental". Chile.

Ministerio de Salud. 2003. Decreto Supremo N° 148 "Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos". Chile.

Ministerio de Salud. 1999. D.S. N° 594, "Reglamento de las condiciones sanitarias y ambientales". Chile.

Ministerio del Transporte y Telecomunicaciones. 2000. Decreto Supremo N° 298, "Reglamento de Transporte de Cargas Peligrosas por Calles y Caminos". Chile.

Eurostat. (2015.). *Generation of Waste by Economic Activity*. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://ec.europa.eu/eurostat/web/environment/waste/main-tables>

MMA. (2019a). Ministerio del Medio Ambiente da inicio al Comité Estratégico de la Hoja de Ruta de Economía Circular. Obtenido de <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medioambiente-da-inicio-al-comite-estrategico-de-la-hoja-de-ruta-de-economia-circular/>

MMA. (2020). Informe sobre residuos de la construcción y demolición. Borrador no publicado.

MMA. (4 de agosto de 2020). Ministerio del Medio Ambiente presenta Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos que propone ambiciosa meta de reciclaje. Recuperado el septiembre de 2020, de <https://mma.gob.cl/ministerio-del-medio-ambiente-presenta-estrategianacional-de-residuos-organicos-que-propone-ambiciosa-meta-de-reciclaje/>

Sabino, C. (2009) "Como Hacer una Tesis". Editorial Panapo, 2da. Edición, (Revisada y aumentada), Caracas

Tamayo y Tamayo, (2012) Mario "El Proceso de la Investigación Científica" Edit. LIMUSA, México.

ANEXOS

ANEXO 1

Ítem 1. ¿Cuenta la empresa donde usted trabaja actualmente con maquinarias para el proceso de reciclado?

SI__ NO__

Ítem 2. ¿Cuenta con personal debidamente capacitado para llevar a cabo el proceso de reciclado de residuos?

SI__ NO__

Ítem 3. ¿Considera que hay limitaciones de materia prima para la transformación de residuos y hacer otros productos?

SI__ NO__

Ítem 4. ¿Conoce usted si en esta región existan fábricas para la transformación de residuos en otros productos terminados?

SI__ NO__

Ítem 5. ¿Considera necesaria la instalación de una planta recicladora en esta zona o zonas aledañas a esta?

SI__ NO__

Ítem 6. ¿Considera que fabricar productos terminados en esta región a partir de los residuos de la empresa sería beneficiosa a la sociedad?

SI__ NO__

Ítem 7. ¿Considera necesario invertir en capacitación del personal para el tratamiento de transformación de residuos?

SI__ NO__

Ítem 8. ¿Obtendría beneficios económicos si se pone en marcha la implantación de la idea de reciclar desechos para fabricar otros productos?

SI__ NO__

ANEXO 2

Las encuestas aplicadas a personal administrativo de empresas mineras arrojaron los siguientes resultados:

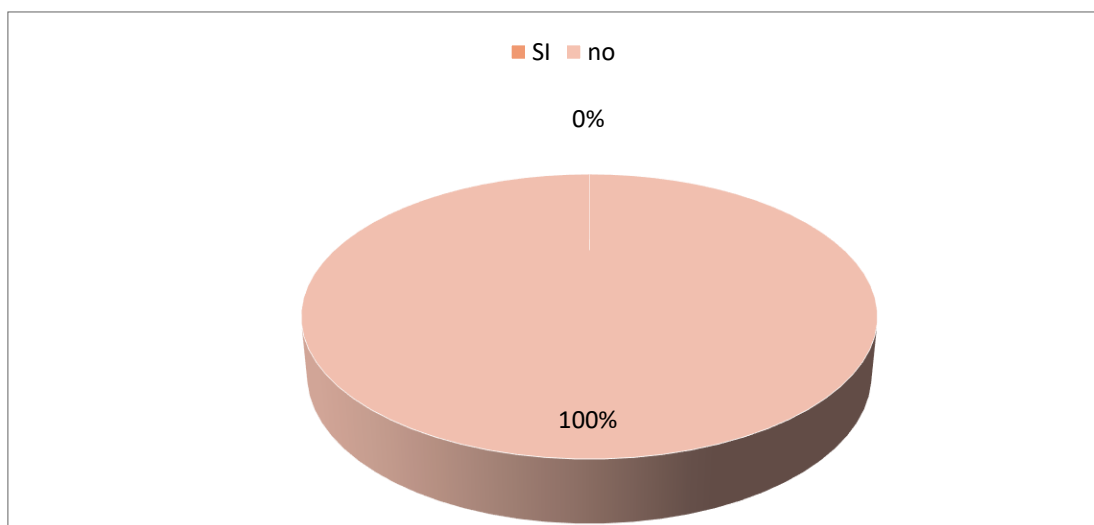
Ítem 1. ¿Cuenta la empresa donde usted trabaja actualmente con maquinarias para el proceso de reciclado?

Tabla 18. Maquinarias

ITEM	Frecuencia	Porcentajes
SI	0	0%
NO	7	100%
TOTAL	7	100%

Nota: Elaboración propia (2024)

Ilustración 20. Maquinarias



Nota: Elaboración propia (2024)

Análisis:

Según los datos obtenidos por el ítem 1, se puede observar que el 100% de los encuestados afirman que la empresa actualmente no cuenta con maquinarias para el proceso de reciclado, siendo esta de suma importancia para ya que esta se convierte en materia prima y paralelamente contribuye a solucionar el problema descrito con anterioridad.

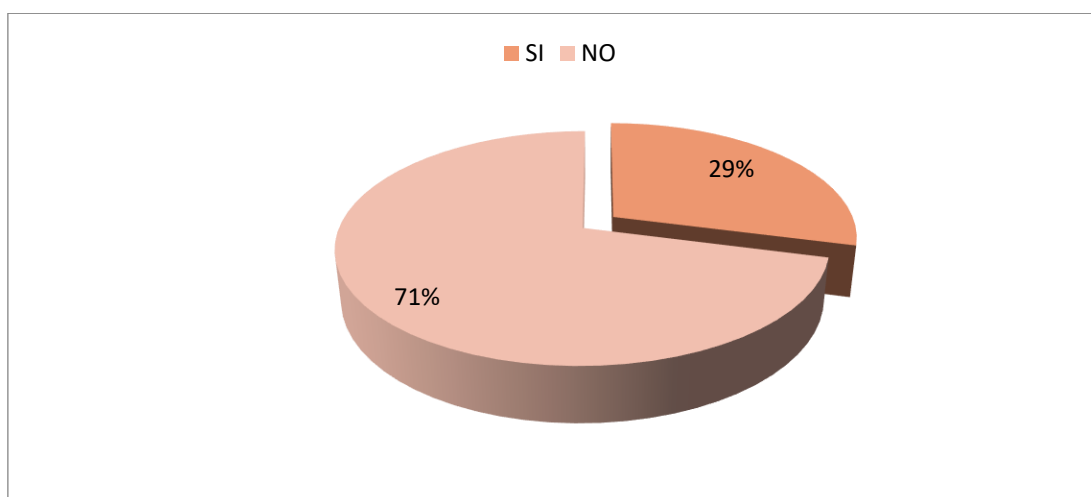
Ítem 2. ¿Cuenta con personal debidamente capacitado para llevar a cabo el proceso de reciclado de residuos?

Tabla 19. Personal capacitado

ITEM	Frecuencia	Porcentajes
SI	2	29%
NO	5	71%
TOTAL	7	100%

Nota: Elaboración propia (2024)

Ilustración 21. Personal capacitado



Nota: Elaboración propia (2024)

Análisis:

En el gráfico, se pudo observar que el 71% de las personas encuestadas indican que la empresa no cuenta con personal debidamente capacitado para llevar a cabo el proceso de reciclado de residuos, alegan que es de suma importancia recibir cursos de capacitación de este, por el contrario, el 29% de las personas encuestadas dicen que la empresa si cuenta con un personal capacitado.

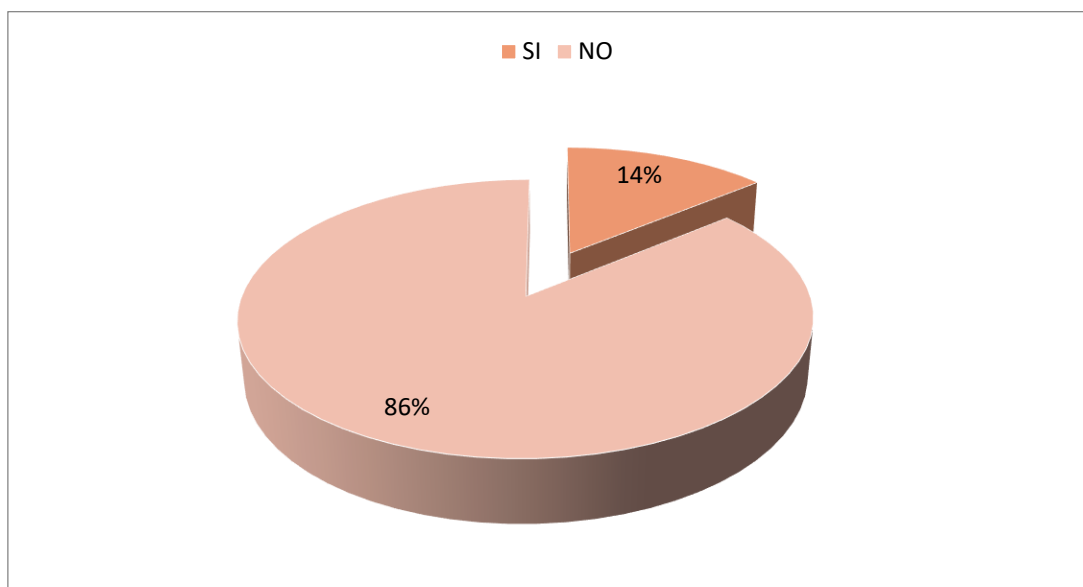
Ítem 3. ¿Considera que hay limitaciones de materia prima para la transformación de residuos y hacer otros productos?

Tabla 20. Materia Prima

ITEM	Frecuencia	Porcentajes
SI	1	14%
NO	6	86%
TOTAL	7	100%

Nota: Elaboración propia (2024)

Ilustración 22. Materia prima



Nota: Elaboración propia (2024)

Análisis:

Según los resultados presentados por la figura anterior, la mayoría de las personas, representada por el 86% consideran que no hay limitaciones de materia prima para la transformación de residuos y que no se hace difícil conseguirla, mientras que un 14% alegan que la empresa no dispone de suficiente materia prima para la transformación.

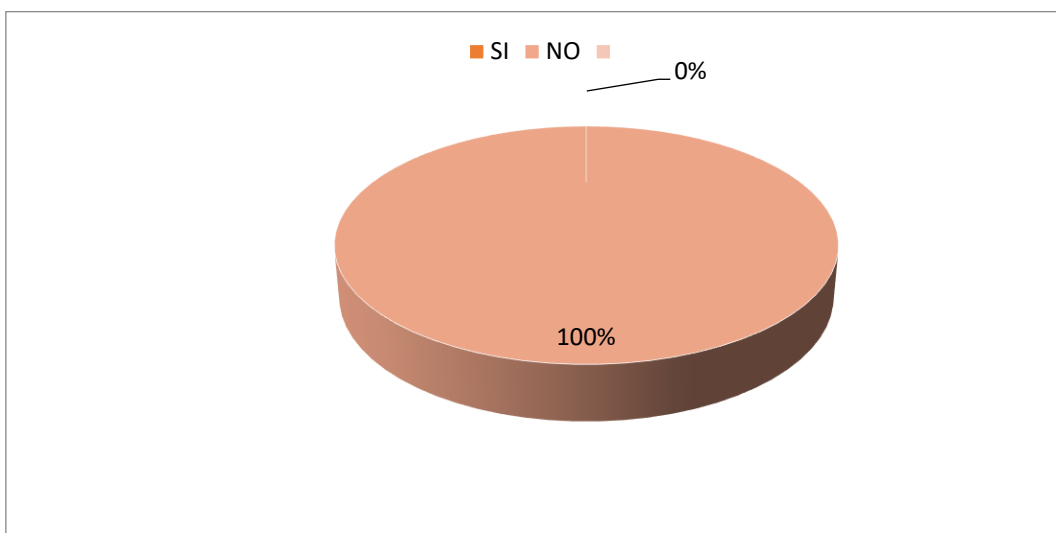
Ítem 4. ¿Conoce usted si en esta región existen fábricas para la transformación de residuos en otros productos terminados?

Tabla 21. Fábricas con reciclaje

ITEM	Frecuencia	Porcentajes
SI	0	0%
NO	7	100%
TOTAL	7	100%

Nota: Elaboración propia (2024)

Ilustración 23. Fábricas con reciclaje



Nota: Elaboración propia (2024)

Análisis:

En este Ítem se pudo observar que todas las personas representadas por el 100% indican que en la región no existen fábricas para la transformación de residuos, siendo esta de gran importancia ya que se convierte en materia prima y así se genera nuevos productos, que de lo contrario irían a la basura.

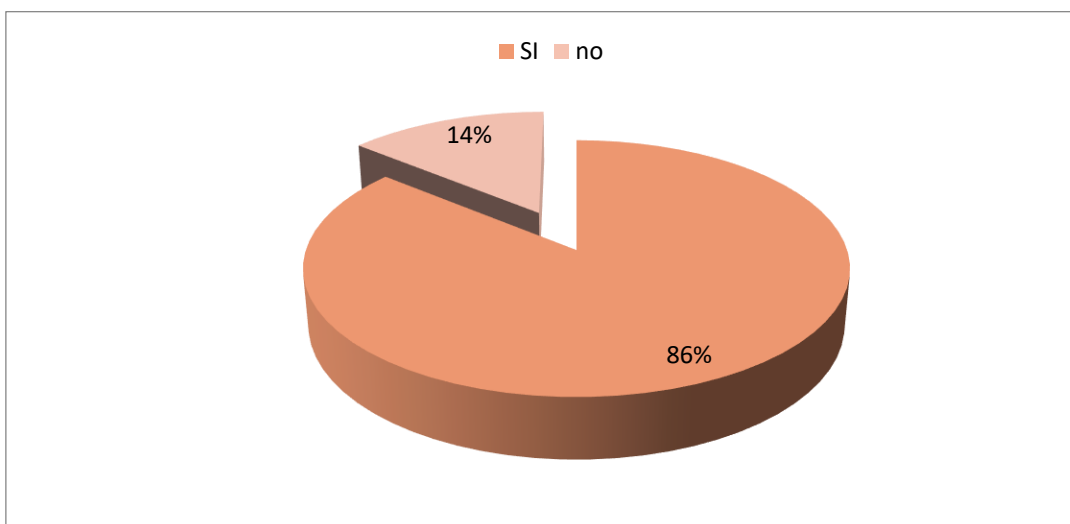
Ítem 5. ¿Considera necesaria la instalación de una planta recicladora en esta zona o zonas aledañas a esta?

Tabla 22. Planta recicladora

ITEM	Frecuencia	Porcentajes
SI	6	86%
NO	1	14%
TOTAL	7	100%

Nota: Elaboración propia (2024)

Ilustración 24. Planta recicladora



Nota: Elaboración propia (2024)

Análisis:

De acuerdo con la información suministrada del Ítem 5 del 100% de las personas encuestadas el 87% consideran necesario la instalación de una de una planta recicladora en la zona para que cada residuo que no tiene uso se pueda recuperar y procesar, mientras que un 13% consideran que no es necesario la instalación de una planta recicladora.

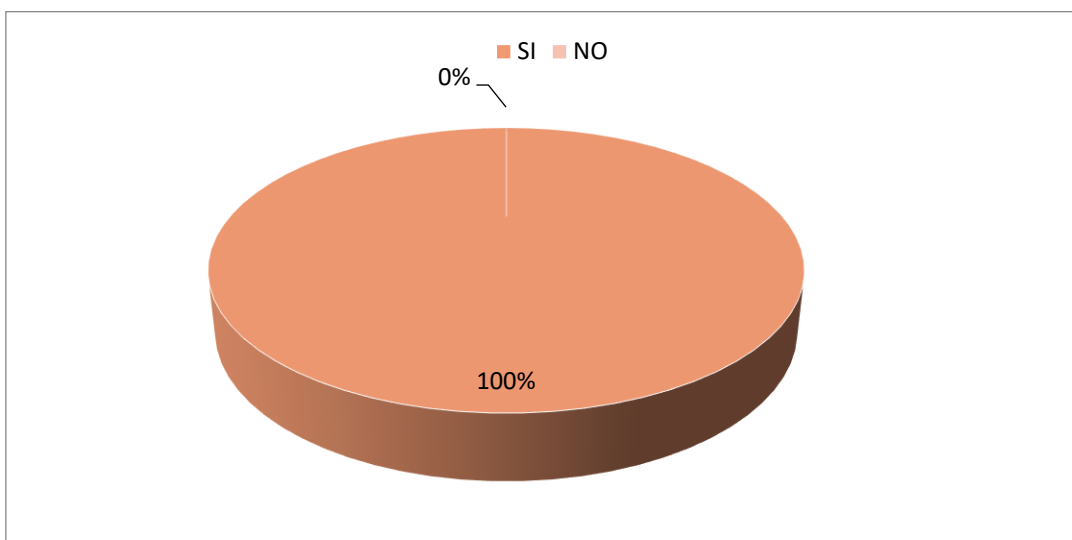
Ítem 6. ¿Considera que fabricar productos terminados en esta región a partir de los residuos de la empresa sería beneficiosa a la sociedad?

Tabla 23. Fabricación de un segundo producto

ITEM	Frecuencia	Porcentajes
SI	7	100%
NO	0	0%
TOTAL	7	100%

Nota: Elaboración propia (2024)

Ilustración 25. Fabricación de un segundo producto



Nota: Elaboración propia (2024)

Análisis:

Se puede evidenciar que el 100% de los encuestados indican que la fabricación de productos a partir de los residuos que se generan en la empresa sería beneficiosa a la sociedad ya contribuye a solucionar el problema ambiental a través de la economía circular, reciclaje y reutilización, y así generar nuevos productos, que también puedan ser reciclados.

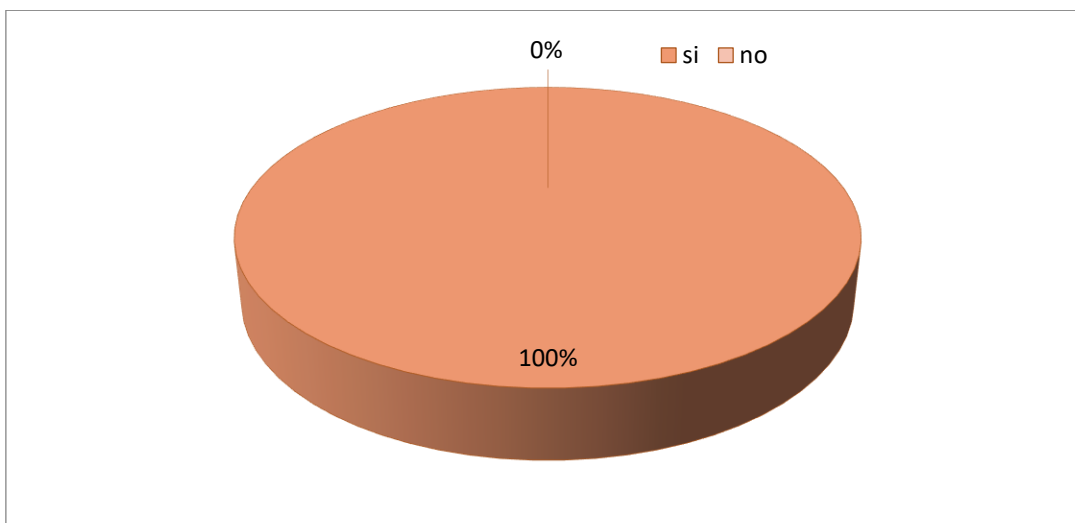
Ítem 7. ¿Considera necesario invertir en capacitación del personal para el tratamiento de transformación de residuos?

Tabla 24. Capacitación del personal

ITEM	Frecuencia	Porcentajes
SI	7	100%
NO	0	0%
TOTAL	7	100%

Nota: Elaboración propia (2024)

Ilustración 26. Capacitación del personal



Nota: Elaboración propia (2024)

Análisis:

Según los resultados presentados por esta grafica el 100% de los encuestados expresan que si es necesario invertir en capacitación del personal para el tratamiento de transformación de residuos para un buen manejo y funcionamiento de estos a través de asesorías, cursos, talleres entre otros.

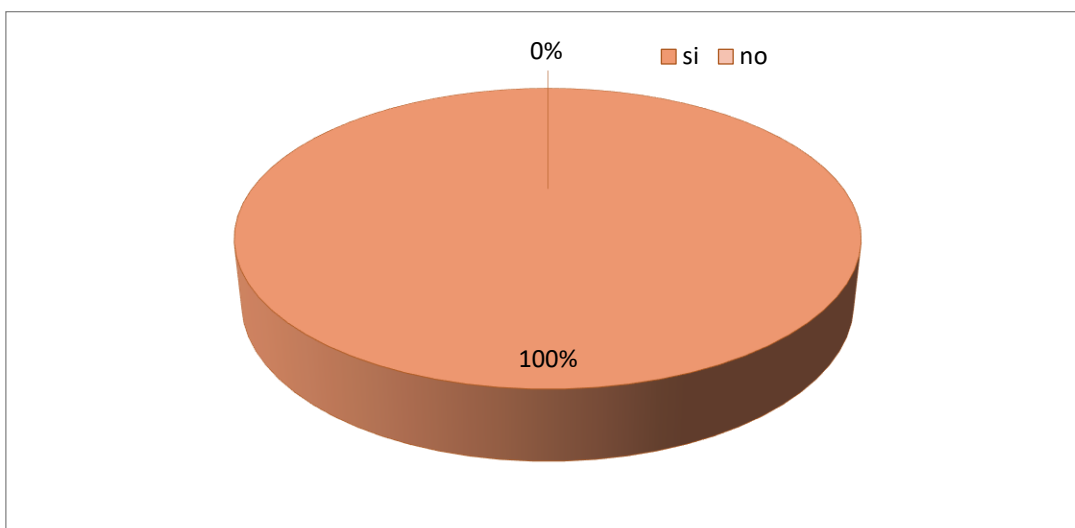
Ítem 8. ¿Obtendría beneficios económicos si se pone en marcha la implantación de la idea de reciclar desechos para fabricar otros productos?

Tabla 25. Beneficios Obtenidos

ITEM	Frecuencia	Porcentajes
SI	7	100%
NO	0	0%
TOTAL	7	100%

Nota: Elaboración propia (2024)

Ilustración 27. Beneficios Obtenidos



Nota: Elaboración propia (2024)

Análisis:

En la figura, se pudo observar que el 100% de los encuestados indican que si se obtuviera beneficios económicos si se pone en marcha la implantación del proceso de reciclaje ya que se puede usar el residuo como materia prima para la obtención de nuevos productos derivados de este.