

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA APLICACIÓN DE UNA
MÁQUINA TRITURADORA DE PLÁSTICO RECICLADO EN CONCEPCIÓN**

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Ingeniero Ejecución Mecánico de Procesos y
Mantenimiento Industrial.

Alumno:

Matías Eduardo Garrido Cortez.

Profesor Guía:

Guillermo Felipe Larson Muñoz



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 para la aplicación de una máquina trituradora de plástico reciclado en Concepción.

Nombre del candidato(a): Matías Eduardo Garrido Cortez

Carrera / Grado: Ingeniería de ejecución en mecánica de procesos y mantenimiento industrial

Campus: Concepción; **Departamento:** Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Guillermo Felipe Larson Muñoz, 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: Guillermo Felipe Larson Muñoz

Fecha: 30-06-2025 ; Firma: 

Estudiante o Candidato(a): Matías Eduardo Garrido Cortez

Fecha: 30-06-2025 ; 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.

DEDICATORIA.

Gracias a Dios, por brindarme salud y vida; a mis padres, por la paciencia; a mi familia, por confiar en mí; y a mis abuelos, por nunca dejarme solo, por estar en los momentos malos y en los peores. Sin su motivación y convicción nada de esto estaría siendo posible; gran parte de lo que tengo es producto de su amor incondicional.

Solo tengo palabras de agradecimiento para todos aquellos que forman parte de mi vida; cada consejo, cada palabra ha de valer la pena, AMÉN.

En especial dedicatoria a mi abuelita Clorinda.

RESUMEN

La presente memoria de título tiene como propósito estudiar y analizar la implementación de una unidad de reciclaje, compuesta de un sistema de trituración para los residuos plásticos de generación doméstica, brindando valor a un polímero que se desecha todos los días en nuestra cotidianidad, idea que surge frente a la necesidad de promover el reciclaje y aportar en la disminución del volumen de desechos, generando un beneficio colectivo y ambiental.

Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, es que surge la iniciativa para realizar un estudio de prefactibilidad sobre la implementación de una unidad de trituración, cuya finalidad es evidenciar la viabilidad de este proyecto a nivel comunal.

Iniciando en el primer capítulo con una breve introducción, se define la problemática central de la investigación. A continuación, en el segundo capítulo a partir del marco teórico se plantea información sobre los fundamentos teóricos relevantes y conceptos asociados al reciclaje, luego en el tercer capítulo, se definen los distintos tipos de máquinas y su proceso. Posteriormente, en el cuarto capítulo, se efectúa el desglose técnico y económico de dicha unidad para determinar si el proyecto es factible en su aplicación, finalizando con las respectivas conclusiones que se desarrolla a partir del estudio de prefactibilidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1 Antecedentes	5
1.1 Reciclaje en Chile.....	5
1.2 Políticas asociadas al reciclaje.....	6
1.3 Definición del problema	8
1.4 Justificación.....	8
1.5 Localización	10
1.6 Problemática local	10
1.7 Propuesta de solución	11
1.8 Alcances y limitaciones	11
1.9 Metodología investigativa.....	12
MARCO TEÓRICO	13
2 Historia	14
2.1 Plástico.....	14
2.2 Derivados	14
2.3 Procedencia	15
2.4 Clasificación según disposición de las moléculas	15
2.4.1 Termoplásticos.....	15
2.4.2 Termoestables	15
2.4.3 Elastómeros	16
2.5 Propiedades de los plásticos.....	16
2.6 Clasificación de plásticos según envase	16
2.7 Las 3 R del reciclaje	17
2.7.1 Que es la regla de las 3R	17
2.8 Generalidad en torno al reciclaje.....	18
2.9 Proceso de reciclaje	19
2.9.1 Reciclaje mecánico	20

2.9.2	Reciclaje químico.....	21
2.9.3	Reciclaje energético	22
DEFINICIÓN DEL PROCESO Y SUS EQUIPOS MECÁNICOS.....		23
3	Trituración del plástico	24
3.1	Tipos de trituradoras.....	25
3.1.1	Trituradora de cuchillas.....	25
3.2	Molinos.....	26
3.2.1	Molinos de martillos	26
3.2.2	Molino de discos.....	27
3.3	Trituradora de martillos	27
3.4	Trituradora de mandíbula.....	28
3.5	Trituradora de rodillos	28
3.6	Trituradora giratoria	29
3.7	Selección de la trituradora.....	30
3.8	Propuesta.....	30
3.9	Análisis de fortalezas y debilidades de las propuestas.....	34
3.9.1	Matriz de ponderación puntuada.....	35
3.9.2	Conclusión del análisis	36
EVALUACIÓN ECONÓMICA.....		37
4	Prólogo.....	38
4.1	Identificación de costos	38
4.2	Costos de inversión inicial	38
4.3	Costos operativos.....	39
4.4	Ingresos.....	40
4.5	Flujo de caja	41
4.6	Valor actual neto.....	42
4.7	Tasa interna de retorno	43
4.8	Financiamiento	46
4.8.1	Justificación fondos concursables.....	46
4.9	Resultados	47
4.9.1	Económicos	47
4.9.2	Cultural y ambiental.....	47
5	CONCLUSIONES	48

6	BIBLIOGRAFIA	50
7	ANEXOS	51
7.1	Cotizaciones	51
7.2	Flujo de caja Excel	5

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 3-1: Características propuesta A modelo RCK-001 31

Tabla 3-2: Características propuesta B modelo Magri 180. 32

Tabla 3-3: Características propuesta C de TECNODELIV..... 33

Tabla 3-4: Análisis de fortalezas y debilidades de las 3 propuestas 34

Tabla 3-5: Matriz de ponderación 35

Tabla 4-1: Tabla desglose inversión inicial 39

Tabla 4-2: Desglose costos operativos 40

Tabla 4-3: Tabla de flujo 41

ÍNDICE DE GRAFICA.

Figura 1-1: Logo de Chile recicla	6
Figura 1-2: Diagrama ley REP.....	6
Figura 1-3: Productos prioritarios de la ley REP	7
Figura 1-4: Geolocalización puntos limpios.....	10
Figura 2-1: Clasificación de plásticos	17
Figura 2-2: Economía lineal versus economía circular	20
Figura 2-3: Proceso ilustrativo reciclaje mecánico	21
Figura 2-4: Proceso ilustrativo reciclaje químico.	22
Figura 2-5: Proceso ilustrativo reciclaje energético	22
Figura 3-1: Representación diseño de máquina trituradora dos ejes.....	25
Figura 3-2: Ejes trituradores de una máquina de cuatro ejes.....	26
Figura 3-3: Máquina molino triturador de procedencia china	26
Figura 3-4: Representación máquina molino triturador de martillos	27
Figura 3-5: Representación proceso de molienda de un molino triturador de disco.....	27
Figura 3-6: Representación proceso de molienda de triturador de martillo	28
Figura 3-7: Representación de sistema de molienda por mandíbulas	28
Figura 3-8: Proceso de trituración de rodillo	29
Figura 3-9: Representación de trituradora giratoria	29
Figura 3-10: Máquina trituradora MAGRI 180	36
Figura 3-11: Cámara de trituración MAGRI 180.....	36
Figura 4-1: Valor de proveedores	41
Figura 4-2: Fórmula del VAN.....	42
Figura 4-3: Gráfico flujos de caja descontados y valor actual neto (VAN)	43
Figura 4-4: Gráfico tasa interna de retorno (TIR).....	45

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 7-1: Cotización maquina reciklast.....	51
Anexo 7-2: Cotización máquina magri.....	52
Anexo 7-3: Cotización máquina tecnodeliv.....	52
Anexo 7-4: Cotización empresa trans service.....	53
Anexo 7-5: Cotización alquiler prospecto	54
Anexo 7-6: Cotización kit de herramientas	54
Anexo 7-7: Cotización transpaleta	55
Anexo 7-8: Cotización pallets transporte	55
Anexo 7-9: Cotización sacas de almacenamiento	55

SIGLAS.

- PET: Polietileno de tereftalato
- REP: Responsabilidad Extendida del Productor
- ASIPLA: Asociación Gremial de Industriales del Plástico de Chile
- KG: Kilogramo
- KW: Kilowatts
- PEAD: Polietileno alta densidad
- PVC: Cloruro de Polivinilo
- PEBD: Polietileno de baja densidad
- PP: Polipropileno
- PS: Poliestireno
- UTA: Unidad tributaria anual
- AMP: Amperio
- kWh: Kilowatts Horas
- g: Gramos
- mm: Milímetro
- kg: Kilogramo
- V: Voltaje
- Hp: Caballo de fuerza

Introducción

Entre el ser humano y el medio ambiente existe una relación de solidaridad, puesto que ambos concuerdan perfectamente y por naturaleza están vinculados entre sí, pero por miles de años el ser humano en las distintas necesidades que enfrenta día a día, genera una huella residual que perdura en el tiempo y es difícil de borrar. En evidencia de la irresponsabilidad que hoy en día afecta a cientos de naciones en el mundo y millones de personas, la generación de residuos domésticos va al alza y cada vez es mayor. Muchos de los materiales que utilizamos en nuestra rutina de vida pertenecen al grupo de los polímeros termoplásticos, compuestos de material altamente dañino para el ecosistema. Antes de la creación del plástico, se usaban diversos productos como: el cristal, resinas naturales, maderas, entre otras, desde su invención el plástico ha ido aumentando progresivamente y en la actualidad se producen alrededor de 300 a 400 millones de toneladas de plásticos cada año. Reflejando cifras en estudios que han documentado, que a partir de la década de los 50 se han producido más de 9,1 millones de toneladas de plástico y que al menos 77% de este ya no se utiliza. [1]

En este último tiempo, el problema de la contaminación ambiental está directamente relacionado con el exceso de plásticos en el mundo, esto ha marcado un muy alto impacto en el medio ambiente, resultando negativamente en el deterioro de los ecosistemas. Según estimaciones recientes, la demanda total de productos manufacturados hechos de plástico o convertidos a plástico en Chile es alrededor de 1,000,000 toneladas, unos 56 kg per cápita. [2]

El reciclaje es un concepto para la sociedad del siglo XXI, que se intenta inculcar bajo un desafío clave, apuntando a minimizar los efectos sobre el tratamiento y eliminación de los residuos generados en el hogar. Dicho esto, el proyecto se centra sobre la base del reciclaje domiciliario, ya que no resuelve un problema en el ámbito industrial, no obstante, el producto que se obtiene al final del proceso podría tener un valor agregado que puede utilizarse en diferentes actividades productivas, bajo un mejor manejo y un menor costo.

La mayoría de los materiales que hoy en día se utilizan son sometidos a este proceso industrial o artesanal, generando un efecto positivo en diferentes aspectos del reciclaje, por ejemplo, al reciclar sólo una lata de aluminio, se ahorra el 90% de energía necesaria para producir otra lata de aluminio. De esta manera, se destaca el concepto de reutilización, al reciclar se utiliza como materia prima un producto ya usado, de esta forma el plástico volvería a ser plástico u otro objeto de similares características

Los tipos de plástico que más se suele utilizar son: el polietileno, polipropileno, policloruro de vinilo, tereftalato de polietileno, entre otros y gran parte de estos suelen utilizarse una única vez, haciendo que el plástico sea de los productos más contaminantes para el medio ambiente. El desarrollo de nuevas tecnologías evidencia la oportunidad de nuevos materiales que deriven del plástico, y su aplicación en diferentes áreas es cada vez más posible, de este modo se genera una alternativa para un mercado más rentable que progresa a medida que se genera conciencia del daño provocado por dicho material. Muy común hoy utilizado en el rubro automotriz donde distintas marcas reconocidas a nivel mundial realizan su manufactura de piezas derivadas del plástico.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la factibilidad de un sistema de reciclaje compuesto de una máquina con un sistema de trituración para botellas, envases o residuos plásticos, con el propósito de reducir el volumen de los desechos domésticos y generar valor al reciclaje mediante la reutilización del plástico procesado.

Objetivos Específicos

- Estudiar el proceso del reciclaje plástico y las máquinas de reciclaje.
- Especificar las características mecánicas necesarias para el óptimo funcionamiento del equipo.
- Evaluar los componentes técnicos influyentes en la selección de la máquina.
- Realizar un balance sobre los beneficios económicos que presente dicha propuesta en un estudio de prefactibilidad.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1 Antecedentes

1.1 Reciclaje en Chile

Nuestra nación afronta una serie de desafíos en diferentes ámbitos, tales como: desarrollo económico, desarrollo social, sustentabilidad ambiental, entre otros. Este último concepto debe ser la base para todas las políticas públicas de un país subdesarrollado como es Chile, sin embargo, para lograr tan crucial cambio, deben generarse en conjunto todas estas condiciones para apuntar a la sustentabilidad. El desarrollo en equilibrio con el medio ambiente, no se ha logrado plasmar del todo en nuestra sociedad, considerando que el reciclaje es parte fundamental del desarrollo sostenible, puesto que esta ideología permitirá reutilizar un sinnúmero de residuos, tales como orgánicos, sólidos, químicos e industriales, para distintas y nuevas fuentes de desarrollo económico, social y cultural. Para conseguir un manejo correcto es elemental una inyección de recursos en torno al mejoramiento o reestructuración de políticas sanitarias y ambientales, sumado a la formación de instituciones con las capacidades de velar por el cumplimiento de estas nuevas políticas acorde a estándares establecidos a nivel mundial.

En Chile existe capacidad instalada para reciclar algunos tipos de plásticos. Se reciclan botellas desechables para bebidas, contenedores de fruta u otros artículos fabricados con PET (Nº1). El plástico de las botellas de bebidas y envases de alimentos (PET), que destaca por ser ligero y barato. Es el que tiene mayor facilidad de ser reconocido y es 100% reciclable en procesos que pueden convertirlo en el mismo componente o incluso en uno de calidad superior.

También se reciclan envases de detergente, champús, bidones, envases de leche fabricados de polietileno de alta densidad (Nº2), tapas de botellas y otros artículos fabricados con polipropileno (Nº5) y bolsas fabricadas con polietileno (Nº2 y Nº4) entre otros.

Al reducir nuestro consumo generaremos menos residuos, disminuyendo significativamente la necesidad del reciclaje y mejorando considerablemente nuestra calidad de vida y el cuidado del medio ambiente.



Fuente: www.rechile.mma.gob.cl

Figura 1-1: Logo de Chile recicla.

1.2 Políticas asociadas al reciclaje

Para contextualizar aquellas políticas establecidas por el gobierno y autoridades chilenas es importante mencionar la ley Nº 20.920 llamada, ley de responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (LEY REP) que tiene como objetivo principal establecer una industria que se responsabilice por sus productos a través de la prevención de generación de residuos y de su recuperación y reciclaje. Estableciendo metas para la recolección y valor de estos residuos, creando así nuevas oportunidades de negocios, y disminuyendo su disposición final. Además, la REP obliga a los productores a considerar los costos para el manejo de su producto al momento de convertirse en residuo, generando así un incentivo de prevención.



Fuente: www.sustentable.cl

Figura 1-2: Diagrama ley REP.

Para lograr el objetivo, no sólo los productores se verán involucrados, sino que también empresarios, consumidores y quienes gestionan los residuos. Dicha ley establece que, los productores e importadores deberán organizar y financiar la recolección y valorización de los residuos que introduzcan al mercado, cumpliendo las metas establecidas por el ministerio del medio ambiente. Esta ley es de carácter obligatorio para toda empresa importadora y fabricante de algunos de los 7 productos prioritarios y quienes no lo realicen, se exponen a una fiscalización, amonestación y multas de hasta 1000 UTA. (alrededor de 575 millones de pesos).

Las principales obligaciones de los productores son:

- Inscribirse en el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) y entregar la información que se les solicite.
- Organizar y financiar la recolección de residuos de envases y embalajes en todo el territorio nacional a través de un Sistema de Gestión.
- Cumplir con las metas de recolección y valorización de residuos que establezca el Ministerio del Medio Ambiente.

Los residuos a los que se refiere la ley REP se clasifican en 6 categorías y reciben el nombre de productos prioritarios: Aceites lubricantes, aparatos eléctricos y electrónicos, baterías, pilas, envases y embalajes, neumáticos.

A pesar de que la ley fue publicada y promulgada el año 2016, la entrada en vigencia de las metas de recolección y valorización de envases y embalajes (segundo producto prioritario) de la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor entro en vigencia el 2 de octubre de 2023.



Fuente: www.Leyrep.cl

Figura 1-3: Productos prioritarios de la ley REP.

1.3 Definición del problema

La generación de basura aumenta en proporciones considerables, y las políticas asociadas a la captación de residuos son generalmente ineficientes, debido a la poca difusión y, en muchos casos, a la nula cultura social. Desde la simpleza del hogar hasta la complejidad de una industria, muchos desechos no son reciclados y terminan en un basural, sin que se evidencie el daño que estos están generando en nuestras vidas y en el medio ambiente. Al pasear por una plaza o parque, al caminar por la orilla de la playa o escalar cerros quedara en evidencia el paso del ser humano, dejando rastro de su inconsciencia, desprendiéndose de sus residuos plásticos como si fuesen biodegradables.

El mercado de las máquinas de reciclaje en Latinoamérica es reducido y presenta un desequilibrio significativo entre costo y calidad. A pesar de ello, este sector muestra un crecimiento sostenido, motivado por la alta preocupación ambiental y la necesidad de un manejo adecuado de los residuos plásticos. En la actualidad, miles de toneladas de plástico son desechadas de forma indiscriminada, lo que genera un impacto ambiental considerable y evidencia la urgencia de implementar soluciones tecnológicas eficientes.

Ante esta realidad, surge la necesidad de investigar la adquisición y operación de una máquina trituradora de plástico PET (polietileno tereftalato) que cumpla con altos estándares de calidad y manejo pulcro. Este equipo debe estar diseñado para transformar residuos plásticos en materia prima reutilizable, favoreciendo el desarrollo de la industria local y contribuyendo a la economía circular mediante la reducción significativa de desechos sólidos.

Este proyecto representa una oportunidad clara para avanzar en la cultura sustentable y fomentar el reciclaje domiciliario del plástico PET N°1, promoviendo prácticas responsables que aporten al cuidado del medio ambiente y al desarrollo sostenible de la comunidad

1.4 Justificación

La ciudad de Concepción genera una gran cantidad de residuos plásticos domiciliarios, pero gran parte de ellos no se recicla debido a la falta de infraestructura adecuada y a una baja cultura de reciclaje en la población. Esta situación ha provocado una acumulación importante de desechos plásticos, lo que abre una oportunidad para valorizar estos residuos a través de su trituración y posterior reutilización. El segmento objetivo de este

proyecto está compuesto por empresas locales, recicladores, municipalidades, empresas de reciclaje y talleres que utilizan plástico triturado como materia prima, así como consumidores con un alto compromiso hacia la sostenibilidad ambiental.

En cuanto a la competencia, se identifica una limitada oferta de instalaciones con tecnología avanzada capaz de asegurar un procesamiento eficiente y ambientalmente limpio del plástico, lo que representa una oportunidad estratégica para consolidar una posición competitiva en el mercado. Además, las tendencias actuales muestran una expansión sostenida del sector del reciclaje, favorecida por políticas ambientales más rigurosas y campañas de sensibilización pública orientadas a promover el reciclaje y la economía circular. Este escenario presenta condiciones propicias para el desarrollo y la consolidación de servicios innovadores en la gestión y tratamiento de residuos plásticos.

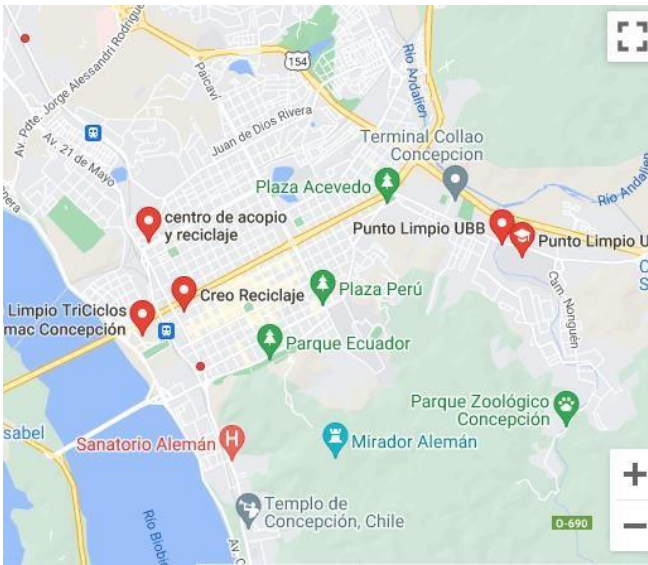
El modelo de negocio se basa en la comercialización directa de materia prima reciclada a industrias locales, complementada en alianzas estratégicas con centros de acopio y programas municipales de reciclaje. La estrategia de precios es competitiva, sustentada en la calidad del material triturado y la optimización de costos logísticos mediante el aprovechamiento de residuos locales.

La adquisición y operación de la máquina trituradora de plástico PET puede presentar desafíos en cuanto a su viabilidad comercial; sin embargo, constituye una solución estratégica para el manejo eficiente de residuos plásticos a nivel comunitario. Esta iniciativa responde a una creciente demanda de materiales reciclados, impulsada por el fortalecimiento de normativas ambientales y por políticas públicas que promueven prácticas responsables en la gestión de residuos sólidos.

Mediante el estudio se pretende determinar la viabilidad para implementar un mecanismo de reciclaje en la comuna, que genere un valor agregado al plástico a través de un mecanismo de trituración con el que se pueda formar una economía circular y gestar un modelo de negocio local en torno al reciclaje domiciliario del plástico PET. Por este motivo se justifica el presente proyecto, determinando la conveniencia de un proceso de reciclaje local en base a la autogestión con la ayuda de fondos concursables financiados por el gobierno.

1.5 Localización

La implementación de este sistema incentiva a todas aquellas comunas del gran Concepción que generen desechos plásticos y tienen implementadas en su alrededor puntos limpios, focalizando en un punto estratégico el sector de Nonguén, el cual está ubicado al noreste de la ciudad de Concepción, a unos 6 km aproximadamente del centro. Este barrio cumple con los requerimientos de un espacio oportuno y una población ambientada al proceso de reciclaje, la comunidad de este sector está familiarizada a mantener una cultura idónea de reciclar con distintos puntos limpios de reciclaje esparcidos por el barrio, lo cual se transforma en un lugar idóneo para implementar dicha unidad de reciclaje en una ubicación predeterminada o en una sede local de la junta de vecino.



Fuente: Google maps

Figura 1-4: Geolocalización puntos limpios.

1.6 Problemática local

Muchos de los residuos plásticos que se reciclan en el gran Concepción son llevados a puntos limpios por aquellas personas que intentan generar un cambio en su rutina de vida, evidente autogestión en torno al reciclaje como parte de la comunidad local, pero no todos estos puntos limpios tienen una autonomía en torno a la capacidad de almacenamiento, y muchos de ellos terminan llenando su capacidad en días producto de la alta circulación del plástico, como consecuencia, los desechos que deberían reciclarse terminan alrededor de estos puntos limpios, fuera de ellos o simplemente en un basural.

1.7 Propuesta de solución

Dentro del desarrollo sustentable que se proyecta en los próximos años mediante la gestión de las autoridades y entidades gubernamentales que fomentan la cultura del reciclaje, se da la condición para generar un enfoque diferente en la forma y manera que reciclamos, puesto que cada individuo de una comunidad puede aportar en la medida que se le dan las oportunidades y condiciones en su entorno.

La implementación de un sistema de reciclaje basado en la autogestión es similar a la de los puntos limpios, el individuo familiarizado con el reciclaje lleva sus desechos y los introduce en estos almacenamientos para que posterior una empresa asociada a la municipalidad los retire y gestione en su conveniencia, así facilitar su reciclaje o destrucción. Si situamos una unidad de reciclaje comprendida por un sistema de trituración en un barrio se podrá dar un beneficio cultural enorme e innovador en la gestión de residuos hasta inclusive generar un beneficio económico.

Todos los años diferentes fondos concursables (FNDR) son financiados por el gobierno, estos son creados para incentivar el cuidado del medio ambiente y establecer lineamientos para contribuir de la mejor manera hacia un desarrollo sostenible. Es por esto, que la autoridad regional promueve impulsar iniciativas relacionadas con medio ambiente, con el propósito de ser más eficientes y descubrir usos adicionales en el ciclo de vida de los materiales y los productos que los usan, promoviendo el reciclaje, la reutilización y reducción de desechos, principalmente la educación ambiental, dirigidas a disminuir la contaminación y generar oportunidades de mejoras que beneficiarán a la comunidad y su entorno.

1.8 Alcances y limitaciones

Para este proyecto como alcance general está el análisis de un sistema y características técnicas de un conjunto mecánico el cual se desarrollará pensando en procesar plástico reciclado PET N°1 (tereftalato de polietileno).

Recopilando la información correspondiente se plantea la magnitud del proyecto sobre el conjunto mecánico, el costo que significara llevar a cabo este proyecto y generalidades técnicas en torno al reciclaje, así como también concientizar la cultura de un sello verde y enfatizar sobre el impacto ambiental y visual que generan estos desechos dentro de nuestro país, proyectando un posible mercado debido al desarrollo sustentable que se fomenta.

Las limitaciones para el trabajo de título serán:

- El desarrollo del proyecto será en base a la viabilidad de un sistema basado en el estudio de los elementos mecánicos dejando de lado las especificaciones de otras áreas como electricidad e instrumentación.
- Evaluación del proyecto: no es posible determinar la capacidad exacta de producción de la máquina, ya que se debe disponer de un software capacitado y de mayor conocimiento para la simulación de este proceso.

1.9 Metodología investigativa

Para realizar un proyecto o una investigación esta se debe sustentar bajo criterios previamente establecidos es por ello que el tipo de metodología o investigación es de carácter exploratorio también conocido como un estudio piloto. Se plantea como el primer acercamiento al problema que se pretende abarcar. Los resultados de este tipo de investigaciones nos forman un panorama simple, estableciendo lineamientos específicos que por su carácter exploratorio pueden ser modificados en estudios posteriores.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2 Historia.

El plástico es un material moderno con más de 100 años de historia y ha sido clave para los avances tecnológicos del último siglo. Sin embargo, existen polímeros naturales como el ámbar o los cuernos de animales, que ya se utilizaban y se comportan de forma similar a los plásticos actuales.

La bakelita fue el primer polímero completamente sintético, fabricado por primera vez en 1909. Recibió su nombre, el de su inventor, el químico estadounidense Leo Baekeland. La baquelita es una resina de fenol formaldehído obtenido de la combinación del fenol (ácido fénico) y el gas formaldehído en presencia de un catalizador; si se permite a la reacción llegar a su término, se obtiene una sustancia bituminosa marrón oscura de escaso valor aparente. Pero Baekeland descubrió, al controlar la reacción y detenerla antes de su término, un material fluido y susceptible de ser vertido en moldes. [3]

2.1 Plástico

Es el nombre genérico y común que se le da a un material constituido por una estructura molecular y características físico-químicas semejantes, cuya propiedad fundamental es contar con elasticidad y flexibilidad durante un intervalo de temperaturas, permitiendo así su moldeado y adaptación a diversas formas. Este nombre proviene de su eminente plasticidad, es decir, su facilidad para adquirir ciertas formas. [4]

En un principio, los plásticos se producían principalmente a partir de resinas vegetales como la celulosa, el furfural, aceites de semillas y derivados del almidón o del carbón, actualmente, los plásticos se fabrica a partir de derivados del petróleo crudo, que se transforman en monómeros y luego en polímeros mediante la polimerización. [5]

2.2 Derivados.

Los plásticos se derivan de materiales orgánicos naturales como la celulosa, el carbón, el gas natural, la sal y además del petróleo. El petróleo es una mezcla compleja de compuestos y debe procesarse antes de poder utilizarse. La producción de plástico comienza con la destilación en una refinería, donde el petróleo crudo se separa en grupos

de componentes más ligeros llamados fracciones. Cada fracción es una mezcla de cadenas de hidrocarburos (compuestos químicos formados por carbono e hidrógeno) que difieren en el tamaño y la estructura de sus moléculas. Una de estas fracciones, la gasolina, es el compuesto esencial para la fabricación de plásticos.

Hay dos procesos principales utilizados para producir plástico: polimerización y poli condensación, los cuales requieren catalizadores especiales. En un reactor de polimerización, los monómeros como el etileno y el propileno se combinan para formar largas cadenas poliméricas. Cada polímero tiene sus propias propiedades, estructuras y tamaño según el tipo de monómero base utilizado. [6]

2.3 Procedencia

Según su procedencia, los plásticos pueden ser:

Naturales: Sustancias plásticas que no necesitan un proceso de laboratorio para su producción, ya que se forman de compuestos naturales.

Semisintéticos: Son aquellas que, mediante la polimerización de algunas moléculas procesadas en la síntesis de largas cadenas de átomos de carbono, dan origen a una sustancia orgánica maleable en caliente y resistente al frío obtenidas en fábricas y laboratorios, como por ejemplo el poliuretano.

2.4 Clasificación según disposición de las moléculas

2.4.1 Termoplásticos

Estos plásticos se ablandan con calor y pueden moldearse repetidamente sin dañarse mucho, por eso son plásticos fáciles de reciclar. Pero durante los distintos ciclos de reprocesado van sufriendo modificaciones por lo que no pueden ser reciclados más de cinco o siete veces. Ejemplos de este tipo son, PET, PVC, poliestireno, aparte de estos también existen: PEBD, PEAD, PP, PS, EPS y PC

2.4.2 Termoestables

Estos plásticos son difíciles de reciclar, ya que están formados por polímeros que tienen enlaces químicos cruzados y requieren romper su estructura molecular, lo que altera significativamente sus propiedades, ejemplos de este tipo son poliuretano y melanina, entre otros.

2.4.3 Elastómeros

Un elastómero es un polímero muy elástico que incluso puede recuperar su forma tras ser deformado. Está compuesto por largas cadenas de monómeros entrelazadas de forma desordenada, lo que le da su flexibilidad.

2.5 Propiedades de los plásticos

Los plásticos tienen varias ventajas frente a otros materiales y sus principales propiedades son: ligeros, resistentes, recuperan su forma y tamaño original, no se calientan con la fricción incluso sin lubricación lo que los hacen útiles en rodamientos y engranajes, aíslan el calor, son económicos en términos de cantidad, requieren poca mano de obra, tienen buen acabado y absorben vibraciones y ruidos.

2.6 Clasificación de plásticos según envase

Los plásticos más comunes se clasifican con un número del 1 al 7. Estos dígitos aparecen impresos dentro de un triángulo en la mayoría de objetos fabricados y nos brindan información sobre su composición.

- I. PET (Polietileno tereftalato): Este tipo de plástico corresponde a botellas desechables para bebidas, bandejas de torta. Al reciclarlo se convierte en fibras para relleno de sacos de dormir, alfombras, cuerdas y almohadas.
- II. PEAD (Polietileno de alta densidad) o HDPE: Se utiliza en bolsas tipo camiseta, envases de detergente, champús, bidones, envases de leche etc. Al reciclarlo se convierte en maceteros, contenedores de basura y botellas de detergente.
- III. PVC (Cloruro de polivinilo): Se encuentra en artículos de servicio descartable. El proceso de reciclaje lo convierte en los conocidos tubos de drenaje e irrigación.
- IV. PEBD (Polietileno de baja densidad) o LDPE: Se fabrica principalmente bolsas de supermercado, de pan y plástico para envolver. Luego de ser recicladas se convierten en bolsas de supermercado nuevamente.
- V. PP (Polipropileno): Este tipo de plástico corresponde a tapas de botellas, recipientes para yogurt, bombillas, etc. Posterior a ser sometidos a reciclaje se convierten en cajas de baterías para autos, Viguetas de plástico, peldaños para registros de drenaje.
- VI. PS (Poliestireno): Se utiliza en envases de postre, cereal y embalaje. Dentro de esta categoría se encuentra el Plumavit, plástico utilizado en tazas desechables de bebidas calientes, bandejas de carne.

VII. Otros: Generalmente indica que es una mezcla de varios plásticos. Botellas para exprimir, platos para hornos de microondas, algunos juguetes, etc. Estos plásticos no se reciclan porque no se sabe con certeza qué tipo de resinas contienen.

TIPOS DE PLÁSTICO	PET 	PEAD 	PVC 	PEBD 	PP 	PS 	OTROS 
							
	Poliétileno tereftalato: Botellas de agua, de bebidas, envases de aceite <i>Reciclable en casi todos los puntos limpios.</i>	Poliétileno de alta densidad: Bolsas de supermercados, implementos de aseo, envases de detergentes <i>Reciclable en algunos puntos limpios.</i>	Policloruro de vinilo: Tubos y cañerías <i>No se pueden reciclar en los puntos limpios.</i>	Poliétileno de baja densidad: Manteles, envases de crema y shampoo, bolsas de basura, film. <i>Reciclable en algunos puntos limpios.</i>	Polipropileno: Tapas de botellas, envases de aderezos, contenedores de alimentos <i>Reciclable en casi todos los puntos limpios.</i>	Poliestireno: Vasos y platos desechables, envases de comida rápida <i>Reciclable en algunos puntos limpios.</i>	Otras resinas de plástico o mezclas: Juguetes, artículos médicos, cepillos de dientes <i>No se pueden reciclar en los puntos limpios.</i>

Fuente: www.ccu.cl

Figura 2-1: Clasificación de plásticos.

2.7 Las 3 R del reciclaje

El concepto de las 3R pretende cambiar nuestro hábito de consumo haciéndonos responsables y sostenibles a la hora de desechar, para ello la idea se centra sobre la reducción de desechos con la finalidad de solventar uno de los grandes problemas ecológicos de la sociedad actual.

2.7.1 Que es la regla de las 3R

Es una regla para cuidar el medio ambiente que busca específicamente reducir la cantidad de residuos generados mediante tres pasos: reducir, reutilizar y reciclar. En simples palabras ayuda a cuidar el planeta, ahorrar dinero y ser un consumidor responsable.

Reducir; es la parte más obvia de la regla, si reducimos nuestro consumo tanto energético como de bienes materiales estamos reduciendo también el problema a nivel práctico, por lo consiguiente se debe tratar de simplificar el uso de todo aquello que se compra y se consume, ya que esto tiene una relación directa con los desperdicios. Por ejemplo, en vez de comprar 6 botellas pequeñas de una bebida, se puede conseguir una o dos grandes, teniendo el mismo producto, pero menos envases sobre los que preocuparse.

Reutilizar; el hábito de reutilizar nos anima a tratar de alargar la vida útil de un producto antes de tirarlo y sustituirlo por uno nuevo, nos estamos refiriendo a volver a utilizar las cosas y darles la mayor utilidad posible antes de que llegue la hora de deshacernos de ellas, teniendo la obligación de buscar el modo de repararlo o darle otro uso.

La reutilización no afecta simplemente a productos manufacturados, ya que puede y debe aplicarse también a los recursos naturales, por ejemplo, el agua que utilizamos para lavar verduras y frutas o el agua que nos sobra después de beber se puede destinar para regar las plantas o incluso fregar el suelo, de esta forma estaríamos siendo efectivos al momento de reutilizar un recurso básico en nuestro hogar.

Reciclar; esta última regla consiste en someter los desechos a un proceso productivo con el fin de obtener nuevos productos los cuales se puedan volver a utilizar, preservando materiales potencialmente útiles y evitar así el daño medioambiental que conlleva su eliminación, la práctica del reciclaje tiene múltiples puntos de vista y su aplicación abarca desde sencillos hábitos domésticos hasta complejas regulaciones de orden internacional. Muchas veces para reciclar bien, basta con disponer depósitos de basura que nos permitan separar los residuos de una forma cultural y ecológica para el ecosistema. Ya que es de nuestro interés reciclar lo mayor posible y disminuir la producción de basura.

2.8 Generalidad en torno al reciclaje

El propósito fundamental es resguardar el medioambiente y reducir la contaminación que provocan estos residuos mediante la supresión de los desechos de forma correcta, esto implica, velar sobre el proceso al que está sometido y generar un beneficio para el entorno y las personas, de lo contrario se pierde el sentido ideológico de reciclar. Este proceso es vital para proteger el ecosistema por eso la importancia que se le otorga.

La acción de reciclar genera un gran impacto en diferentes aspectos para la sociedad, todos de enorme consideración para una nación que promueve políticas verdes, la cual ofrece avances del tipo económico, social y ecológico, generando el desarrollo de nuevas fuentes de materias primas. Paralelamente ayuda a evitar la explotación de los recursos naturales y reduce considerablemente el volumen del material desechado. Reciclar conlleva un sinnúmero de beneficios que pueden generar ganancias en su buen manejo y procesamiento, esto radica en sacar provecho de los desperdicios de un objeto y generar ingresos extras.

Lo que alguien desecha puede ser de utilidad para otros y por ello hay un proverbio que resume este concepto “la basura de unos es el tesoro de otros” y con ellas podemos transformar un residuo en plus para nuestro presupuesto.

Ventajas del reciclaje

- Protege el medio ambiente y ayuda a preservar el ecosistema.
- Impide la proliferación de plagas y roedores.
- Reduce la cantidad de basura desechada (El volumen de basura que se genera en un domicilio se minimiza).

- Protege los recursos naturales (Aguas, bosques, suelos, etc.)
- Evita la formación de basurales (genera conciencia y se evita que aquellos desperdicios vayan a parar a sitios eriazos).
- Ahorra energía (permite reutilizar materiales en lugar de gastar la energía que sería necesaria para sacarlos de la tierra continuamente, al mismo tiempo permite que las fábricas consuman menos energía).
- Genera nuevos empleos (La nueva ley de reciclaje podría generar 30.000 nuevos empleos en Chile).

Contemplando el panorama actual como país la cultura debe generar lazos con el medioambiente y apuntar a eliminar del mercado aquellos envases y utensilios de corta vida, que tras un uso puntual como los revolvedores de café o las cucharas plásticas terminan rápidamente en la basura. Pero hay otros plásticos que a veces caen en esta categoría, como el Tereftalato de Polietileno (conocido como PET), que no solamente es completamente reciclable, sino que además sostiene una creciente industria en torno a su reciclaje. Por ello, eliminarlo no solo genera contaminación, sino que además es un desperdicio de dinero y materias primas.

2.9 Proceso de reciclaje

El reciclaje de residuos plásticos a partir de residuos plásticos requiere de una selección y separación previa de este material, aquí es donde comienza la primera etapa. La selección debe partir de los hogares donde los residuos orgánicos (restos de comida, huesos, etc.) necesitan ser separados de los inorgánicos (plásticos, metales, papel, vidrio, etc.).

En cuanto al plástico, que es uno de los materiales que se encuentran entre los residuos sólidos, luego de ser separado y llevado a los centros de reciclaje, pasará por un proceso de transformación a través de técnicas conocidas como: reciclaje mecánico, reciclaje energético, reciclaje químico.

Con un reciclaje efectivo y de calidad podemos avanzar hacia una economía circular y proteger el medio ambiente para las generaciones venideras. Las tasas de reciclaje están incrementándose debido a una mayor concienciación pública y a una mayor eficiencia del reciclaje en sí.

Las intenciones y acciones desde el estado van en línea con la tendencia global de ser países más sustentables, pero aún quedan muchos aspectos que alinear con este objetivo macro, como aumentar el porcentaje de reciclaje de la basura recolectada por los municipios, junto al impulso de un cambio sociocultural en la población.

El modelo lineal sigue la ruta de extraer recursos, fabricar, usar y desechar. En cambio, en una economía circular, los recursos se utilizan el mayor tiempo posible, se extrae de ellos el máximo valor mientras están en uso, y después se recuperan y se regeneran productos y materiales al final de su vida útil. Como resultado, una economía circular significa también una forma de mejorar la competitividad y la eficiencia de recursos disponibles.



Fuente: www.resistibleblog.wordpress.com

Figura 2-2: Economía lineal versus economía circular.

Para mejorar la circularidad del plástico, es esencial asegurar la recuperación de cada vez más plásticos, para que no terminen en el relleno sanitario o en el medio ambiente. Para avanzar en la economía circular, es importante que las soluciones se basen en la sustentabilidad a lo largo de todo el ciclo de vida, y no considerar sólo la eficiencia de recursos al final de la vida útil de un producto. Los plásticos constituyen un aporte muy importante a una economía circular cuando se tiene en cuenta todo el ciclo de vida.

Desde su producción, pasando a su consumo responsable, la separación en los hogares, el aporte de los recuperadores urbanos para su enfardado y comercialización a la industria recicladora. Dicha industria lo procesa para obtener una nueva materia prima plástica reciclada que se transforma en nuevos productos finales

2.9.1 Reciclaje mecánico

Se denomina reciclaje mecánico porque no sufre ninguna transformación química durante su proceso. La primera etapa es recolectar el material plástico que proviene de los desechos domésticos o de las industrias que desechan plásticos. Una vez recibido el material, se pasa a una etapa de trituración o molienda para facilitar el procesamiento posterior del material.

El polímero se reduce de tamaño utilizando un aglutinador, que reduce el polímero a 1 cm². En general, algunos residuos industriales se pueden recuperar limpios, por lo que no es necesario un lavado profundo, pero en otros casos se contaminan, lo que requiere

técnicas especiales de separación. La basura o los residuos agrícolas deben lavarse para que una vez triturados se depositen en recipientes llenos de agua y se empleen agitadores mecánicos para desprender la suciedad. Los materiales plásticos sufren múltiples procesos de degradación durante su fabricación, su uso y el proceso de extrusión que se someten para su reciclaje. Esto modifica sus propiedades, especialmente las mecánicas, dando un valor bajo a un material, por lo que es conveniente agregarle aditivos para mejorar sus propiedades. Estas sustancias (los aditivos) dificultan o retardan los procesos de degradación mejorando las propiedades del material plástico.

Una vez que el material está en forma de gránulos o grumos, se puede convertir en piezas o productos comerciales, ya sea mezclándolos con materiales vírgenes o utilizando gránulos 100 % reciclados.

Si el material previamente seleccionado consiste en un solo tipo de plástico, por ejemplo, solo polietileno de baja densidad, el material triturado se empleará para fabricar productos de polietileno de baja densidad. En el caso de PVC reciclado se pueden realizar canalizaciones de drenaje. El polipropileno se puede usar para hacer cuerdas; a partir del tereftalato de polietileno se pueden obtener alfombras, etc. Si el material no se elige y consiste en diferentes tipos de plásticos mezclados entre sí, se convierten en artículos igualmente útiles: muebles de jardín, bancos de parque, cercas, pisos de establos, etc.



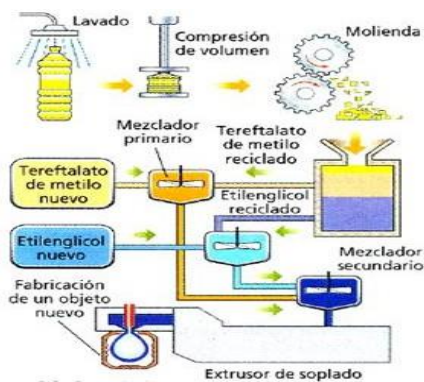
Fuente: www.ecoplas.org

Figura 2-3: Proceso ilustrativo reciclaje mecánico.

2.9.2 Reciclaje químico

Es la descomposición de plásticos usados en componentes más simples (monómeros). Existen diferentes procesos para el reciclaje químico: pirólisis, hidrogenación, gasificación o tratamiento con disolventes. Con el reciclaje químico también es posible tratar polímeros termoestables y plásticos de composición compleja. Los procesos de reciclaje químico son altamente complejos, nuevos y requieren costos de inversión significativamente más altos que el reciclaje mecánico. En particular, el reciclado químico del PET (metanolisis y glucólisis). El reciclaje químico del PET por metanólisis comienza

con el lavado y compresión del plástico, el cual es sometido a un proceso de trituración que se introduce en un reactor que descompone las moléculas de PET en moléculas de tereftalato de dimetilo y etilenglicol, dos compuestos químicos utilizados en la fabricación de PET.

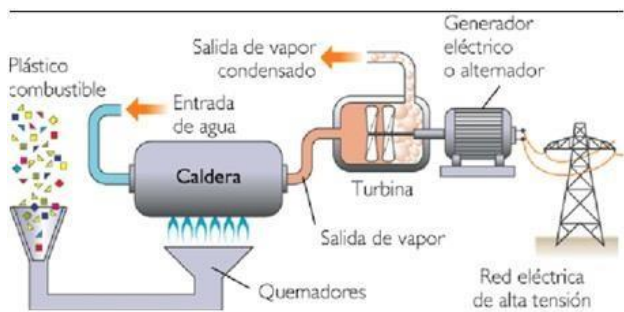


Fuente: www.recicla3dplabs.wordpress.com/tratamiento/

Figura 2-4: Proceso ilustrativo reciclaje químico.

2.9.3 Reciclaje energético

En este tipo de reciclaje, el plástico recolectado se transporta a un incinerador donde se quema, produciendo energía térmica que puede ser utilizada en hogares o industrias, o en algunos casos para generar electricidad. Sin embargo, al ser este sistema de reciclaje un proceso de incineración se produce CO2 que, al ser liberado a la atmósfera, favorece el efecto invernadero y la emisión de gases tóxicos.



Fuente: www.recicla3dplabs.wordpress.com/tratamiento/

Figura 2-5: Proceso ilustrativo reciclaje energético.

CAPITULO III

DEFINICIÓN DEL PROCESO Y SUS EQUIPOS MECÁNICOS

3 Trituración del plástico

La trituración del plástico se emplea principalmente con fines de reciclaje, ya sea para combinarlo con material virgen o utilizándolo como materia prima para la fabricación de nuevas piezas, lo que permite un mejor aprovechamiento del recurso. La reducción de volumen es una de las principales características de la trituración en la industria del plástico, tanto los sobrantes como las piezas defectuosas, pueden reciclarse sin importar su tamaño o forma original; después de pasar por un sistema de trituración se convierten en un material de tamaño uniforme que puede transportarse, almacenarse o dosificarse fácilmente. Esto facilita el manejo pulcro por parte de una empresa recicladora; lo que lo vuelve más rentable de transportar y/o almacenar.

Ahora que está claro el objetivo de la trituración, también es necesario definir cómo se obtendrá la materia prima deseada. En general, la selección de trituradoras de plástico se basa en varios criterios, como la capacidad de carga, el tipo de sistema de trituración, sus características técnicas y las dimensiones del material a procesar.

Como criterio final, se seleccionó la opción más adecuada para la elección de la trituradora. Las razones que respaldan esta decisión son las siguientes:

- Capacidad de carga limitada: el tamaño de la máquina restringe su rendimiento, ya que no está diseñada para manejar grandes volúmenes de material.
- Limitación de los materiales a triturar: el uso exclusivo de plásticos restringe tanto las propiedades como las dimensiones del material procesable. Además, los parámetros de conformación varían según el tipo de plástico, por lo que la selección de la trituradora se basa principalmente en el tipo de plástico más utilizado, en este caso sería el PET.

3.1 Tipos de trituradoras.

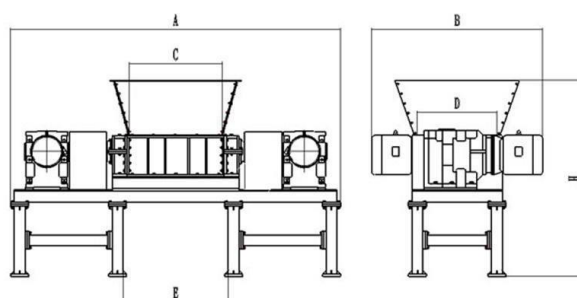
3.1.1 Trituradora de cuchillas

Una trituradora de cuchillas funciona mediante la interacción entre cuchillas móviles y fijas. El material plástico se introduce en la cámara de corte, donde las cuchillas giratorias cortan y trituran el plástico en fragmentos más pequeños. El tamaño final de las partículas se controla mediante una malla de pantalla ubicada debajo de la cámara de corte; solo los fragmentos que pasan a través de la malla son descargados, mientras que los más grandes continúan siendo triturados hasta alcanzar el tamaño deseado. [7]

Las trituradoras de cuchillas se clasifican según el diseño del sistema de corte, la disposición de las cuchillas y el tipo de material que procesan; a continuación, se presentan los principales tipos:

Trituradora de cuchillas de un solo eje: Esta máquina consta de un único eje rotatorio equipado con cuchillas que interactúan con una cuchilla fija para triturar el material introducido

Trituradora de cuchillas de dos ejes: es una máquina industrial diseñada para la reducción de tamaño de materiales voluminosos y resistentes, empleando dos ejes paralelos equipados con cuchillas que giran en direcciones opuestas.



Fuente: www.3e-machines.com/2018/8-1-2-double-shaft-shredder.html

Figura 3-1: Representación diseño de máquina trituradora dos ejes.

Trituradora de cuchillos de cuatro ejes: Es una máquina industrial avanzada diseñada para la reducción eficiente de materiales voluminosos y resistentes, incorpora dos ejes principales para la trituración inicial y dos ejes secundarios para la refinación del material, asegurando una reducción de tamaño más precisa y homogénea. [8]



Fuente: www.3e-machines.com/2018/8-1-3-four-shaft-shredder.html

Figura 3-2: Ejes trituradores de una máquina de cuatro ejes.

3.2 Molinos

Son máquinas industriales más robustas capaces de triturar una amplia variedad de plásticos, operan con un sistema tipo tijera o guillotina que se utiliza para reducir el volumen de material teniendo en cuenta una alta capacidad de producción, llegando a procesar entre 180 a 350 kilogramos por hora. [9]

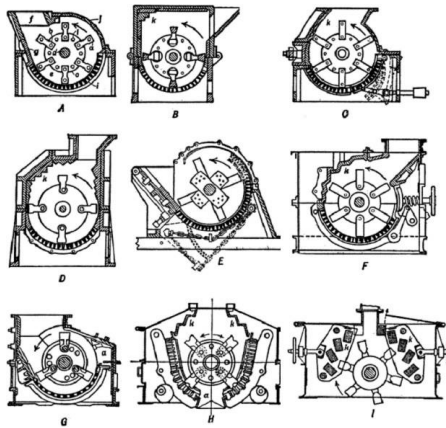


Fuente: www.es.made-in-china.com/co_jmxiecheng/product_Pet-Plastic-Shredder-Grinder-Crusher-Machine_uoynosiyhg.html

Figura 3-3: Máquina molino triturador de procedencia china.

3.2.1 Molinos de martillos

Este tipo de molino opera principalmente mediante las fuerzas de impacto, presión, fricción y cizallamiento ejercidas sobre el material entre dos superficies. Su estructura se compone de una serie de barras o martillos montados sobre pivotes, los cuales están conectados a un eje giratorio que los impulsa a alta velocidad para realizar la trituración.



Fuente: www.911metallurgist.com/metalurgia/molienda/molinos-de-martillos/

Figura 3-4: Representación máquina molino triturador de martillos.

3.2.2 Molino de discos

Este tipo de molino cuenta con uno o dos discos equipados con filas de dientes concéntricos que giran a alta velocidad. En los modelos de un solo disco, los dientes se alinean con los de la pared de la cámara de molienda. En los de doble disco, las filas de dientes de ambos discos se engranan entre sí, triturando eficazmente cualquier material que pase entre ellos.

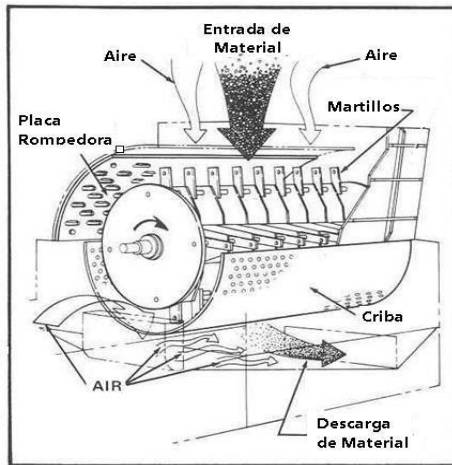


Fuente: www.incolorec.ec/productos/molienda-y-tamizado/molienda/dm-200

Figura 3-5: Representación proceso de molienda de un molino triturador de disco.

3.3 Trituradora de martillos

Su funcionamiento es similar al molino de martillos, excepto en una variante de construcción, generalmente los martillos no giran sobre el eje porta martillos, lo que proporciona mayor fuerza de impacto en el perímetro de la cámara trituradora.



Fuente: www.fii.gob.ve/?p=4991

Figura 3-6: Representación proceso de molienda de triturador de martillo.

3.4 Trituradora de mandíbula

Es un equipo para la trituración de sólidos en grandes cantidades, su funcionamiento se basa en pasar el material por dos mandíbulas pesadas o placas planas, una placa es fija y la otra móvil, la mandíbula móvil oscila constantemente y el material se reduce a medida que pasa.

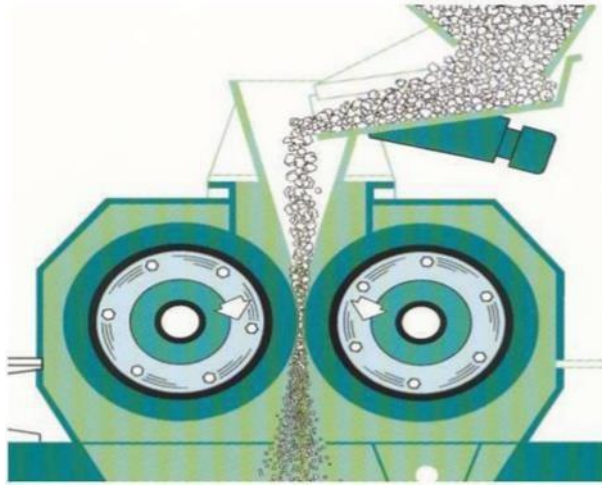


Fuente: www.mx.etwinternational.com/4-crusher-spares-63907.html

Figura 3-7: Representación de sistema de molienda por mandíbulas.

3.5 Trituradora de rodillos

Esta trituradora es adecuada para triturar materiales de dureza media y, por lo tanto, tiene un tamaño de trituración medio y fino. Este tipo de trituración se basa en dos rodillos contra rotantes o cilindros horizontales con ejes paralelos que giran a la misma velocidad, formando entre ellos una cámara de trituración en forma de V.



Fuente: www.darshiniengineers.com/Crusher.htm

Figura 3-8: Proceso de trituración de rodillo.

3.6 Trituradora giratoria

Las trituradoras giratorias se utilizan principalmente para materiales duros. El cabezal de trituración móvil tiene la forma de un cono truncado invertido, el cabezal de trituración gira excéntricamente y el material triturado queda atrapado entre el cono exterior fijo y el cono interior giratorio, con cada rotación, el cono se mueve, de modo que la superficie móvil se acerca y se mueve del punto correspondiente del cono fijo que provoca la trituración de los sólidos.



Fuente: www.mindomo.com/es/mindmap/tipos-de-chancadora-a70ac50788ea4506b5a30bdd8f90a70f

Figura 3-9: Representación de trituradora giratoria

3.7 Selección de la trituradora

Para abordar correctamente la problemática de la reducción eficiente y sostenible de materiales plásticos, es esencial elegir una máquina trituradora que cumpla con una serie de criterios clave. Los cuales son:

- Diseño robusto y estable, que garantice durabilidad y operación segura.
- Sistema de transmisión eficiente, que optimice el rendimiento y reduzca el consumo energético.
- Altas prestaciones operativas, asegurando una trituración, uniforme y adaptada al tipo de material.
- Procesos básicos de trituración bien definidos, que faciliten el manejo y mantenimiento del equipo.
- Relación costo-beneficio adecuada, para asegurar una inversión rentable y sostenible a mediano y largo plazo.

3.8 Propuesta

Bajo estos criterios, se plantea una propuesta que tiene como principal objetivo satisfacer los requerimientos básicos del reciclaje de plásticos a nivel doméstico o comunitario. Un diseño compacto y funcional permitirá introducir de manera accesible los principios de la economía circular, fomentando la participación activa de la comunidad en prácticas sostenibles. A su vez, la posibilidad de transformar residuos plásticos en materia prima reutilizable, generando un valor agregado que puede traducirse en beneficios económicos a pequeña escala.

El alcance de la propuesta contempla no solo la mejora en la gestión de residuos plásticos, sino también el fortalecimiento de la conciencia ambiental, la promoción del aprendizaje técnico y la creación de oportunidades para la revalorización local de materiales, sin requerir una infraestructura industrial compleja.

Por consiguiente, es que teniendo en cuenta todos los aspectos anteriormente mencionados, se investiga dentro del mercado tres máquinas que cumplen con estos parámetros.

Modelo RCK-001 de Reciklast Chile

Trituradora de cuchillas de un solo eje, diseñada para el procesamiento de plásticos como HDPE, PS, PP y PET. Equipada con un motor monofásico de 2,5 HP, ofrece una capacidad de trituración de entre 10 y 15 kilogramos por hora. El equipo incorpora cuchillas de acero inoxidable de alta resistencia, garantizando durabilidad y eficiencia en el corte. Su diseño compacto, ergonómico y de operación sencilla permite su uso con corriente domiciliaria (16 amp), lo que la convierte en una solución ideal para aplicaciones domésticas, educativas o de pequeña escala.

Modelo	RECIKLAST CHILE	
Potencia	2,5 HP / 1,8 KW	
Tensión	220 v	
Capacidad	10-15 KG/HR	
Peso	70 KG	
Cuchillos giratorios	15	
Cuchillos fijos	13	
Tamaño (largo, ancho, alto)	800 x 550 x 880 mm	

Fuente: <https://www.preciousplastic.cl/>

Tabla 3-1: Características propuesta A modelo RCK-001

Molino triturador de plástico de MAGRI 180

Trituradora tipo molino con cuchillas escalonadas, diseñada para el procesamiento eficiente de una amplia variedad de plásticos. Equipada con un motor de 3 HP, ofrece una capacidad de trituración de 80 a 120 kilogramos por hora. Su estructura incorpora materiales reductores de ruido que permiten un funcionamiento de bajo nivel sonoro. Además, cuenta con una base móvil de cuatro ruedas, lo que facilita su desplazamiento y reubicación según las necesidades.

Modelo	MAGRI 180 IMPORTADO	
Potencia	3 HP / 2,2 KW	
Tensión	220 v	
Capacidad	80-120 KG/HR	
Peso	180 KG	
Cuchillos giratorios	6	
Cuchillos fijos	2	
Dimensión de cámara de trituración	180 x160 mm	
Tamaño (largo, ancho, alto)	520 x 440 x 1000 mm	

Fuente: <https://www.magri.cl/molino-trituradora-de-cuchillos-220v-3hp-1200000>

Tabla 3-2: Características propuesta B modelo Magri 180.

Molino triturador de plástico PC 250 de TECNODELIV

Trituradora tipo molino con cuchillas giratorias, diseñada para procesar entre 200 y 250 kilogramos por hora. Está equipada con un motor de 5,5 HP que permite una operación eficiente y de fácil manejo. Su sistema de corte incorpora hojas de acero aleado de alta resistencia, capaces de triturar una amplia gama de plásticos, tanto blandos como duros.

Modelo	TECNODELIV IMPORTADO	
Potencia	5,5 HP / 4 KW	
Tensión	220 v	
Capacidad	200-250 KG/HR	
Peso	220 KG	
Cuchillos giratorios	9	
Cuchillos fijos	2	
Dimensión de cámara de trituración	250 x 200 mm	
Tamaño (largo, ancho, alto)	980 x 670 x 1004 mm	

Fuente: <https://www.tecnodeliv.cl/molinos-de-plastico/748-molino-trituradora-plastico-chipeador-telas-5hp.html>

Tabla 3-3: Características propuesta C de TECNODELIV.

En el mercado actual existe una amplia variedad de máquinas trituradoras de plástico, diseñadas para adaptarse a diferentes necesidades según el tipo de material, el diseño del equipo, su funcionamiento y la capacidad de producción. En este proyecto, presentamos tres modelos de trituradores que destacan por ser soluciones prácticas, accesibles y altamente funcionales.

Teniendo en cuenta que solamente un equipo cumplirá con las necesidades de este proyecto, hay que tener en consideración varios factores clave.

- 1- Capacidad de producción
- 2- Consumo energético y eficiencia
- 3- Facilidad de mantenimiento y repuestos
- 4- Costo total (inversión + operación)
- 5- Soporte técnico y garantía

3.9 Análisis de fortalezas y debilidades de las propuestas

	RECIKLAST	MAGRI 180	PC 250
F O R T A L E Z A S	• Fácil de operar • Mantenimiento sencillo • Compacta y ligera • Funcionamiento con corriente domiciliaria	• Bajo nivel de sonoridad • Base móvil para fácil traslado • Buena capacidad para su potencia • Buena relación costo/rendimiento • Seguridad operativa	• Alta capacidad de producción • Motor potente • Mayor número de cuchillas en relación a MAGRI 180
D E B I L I D A D E S	• Capacidad limitada • Poca competitividad con el mercado • No apta para cargas industriales • Menor solidez estructural • Costo elevado	• Mantenimiento y repuestos especializados • Menor sección de trituración en comparación con PC250. • Mayor consumo energético en relación a RECIKLAST	• Mantenimiento y repuestos especializados • Requiere mayor espacio • Mayor inversión inicial • Alto consumo energético

Fuente: Elaboración de autor basada en el análisis de las características.

Tabla 3-4: Análisis de fortalezas y debilidades de las 3 propuestas.

3.9.1 Matriz de ponderación puntuada

CRITERIO	%	RCK-001	PUNTOS	MAGRI 180	PUNTOS	PC 250	PUNTOS
COSTO	30	2	0.6	5	1.5	3	0.9
PRODUCCIÓN	25	2	0.5	4	1	5	1.25
CONSUMO ENERGÉTICO	10	4	0.4	3	0.3	2	0.2
MANTENCIÓN	10	5	0.5	3	0.3	3	0.3
ASPECTO ESTRUCTURAL	15	2	0.3	5	0.75	4	0.6
SEGURIDAD	5	2	0.1	5	0.25	5	0.25
SOPORTE TÉCNICO	5	3	0.15	4	0.2	4	0.2
			2.55		4.3		3.7

Fuente: Elaboración de autor basada en análisis de fortalezas y debilidades.

Tabla 3-5: Matriz de ponderación

En la Tabla 3-5 se presenta la comparación de los criterios de selección. Cada uno de estos criterios es multiplicado por un factor de ponderación, lo cual permite obtener un resultado más representativo del impacto real que tiene cada criterio en la selección de la máquina; los factores de ponderación se asignan según la importancia relativa de cada parámetro en el proceso de selección.

Cada máquina recibe una puntuación por criterio según qué tan bien cumple.

- 5 = Excelente
- 4 = Muy bueno
- 3 = Aceptable
- 2 = Deficiente
- 1 = Muy deficiente

3.9.2 Conclusión del análisis

Tras el análisis comparativo de las opciones disponibles, se determinó que la alternativa MAGRI 180 es la más adecuada para los requerimientos del proyecto. Presenta un buen equilibrio entre rendimiento técnico, facilidad de uso, eficiencia operativa y costos de adquisición y mantenimiento. Su versatilidad, portabilidad y capacidad de producción la posicionan como la opción más conveniente para los objetivos planteados.

En conclusión, la elección de MAGRI 180 resulta técnicamente viable y estratégicamente recomendable, considerando sus beneficios operativos y la sostenibilidad económica de la inversión.



Fuente: <https://www.magri.cl/molino-trituradora-de-cuchillos-220v-3hp-1200000>

Figura 3-10: Máquina trituradora MAGRI 180



Fuente: <https://www.magri.cl/molino-trituradora-de-cuchillos-220v-3hp-1200000>

Figura 3-11: Cámara de trituración MAGRI 180

CAPITULO IV

EVALUACIÓN ECONÓMICA

4 Prólogo

Mediante el análisis, se vuelve imprescindible identificar y cuantificar todos los costos asociados del proyecto, tales como el presupuesto inicial, el costo total, las fuentes de financiamiento, fondos concursables y otros aspectos económicos relevantes. Asimismo, es necesario considerar factores positivos y negativos sobre la investigación. Esto con la idea de dimensionar la inversión y evidenciar los resultados económicos.

La evaluación económica, destinada a la implementación de una máquina trituradora, implica un análisis sistemático de todos los costos y beneficios asociados a su adquisición, operación y mantenimiento; este proceso es fundamental para determinar la viabilidad financiera del proyecto. El propósito de esta evaluación es dimensionar adecuadamente la inversión requerida y evidenciar los impactos esperados, no solo en términos económicos, sino también en el ámbito cultural y social. De esta forma, se garantiza una visión integral del proyecto, que permita valorar su rentabilidad, sostenibilidad y beneficios a corto, mediano y largo plazo.

4.1 Identificación de costos

La identificación de costos es el proceso mediante el cual se reconocen, clasifican y detallan todos los gastos necesarios para llevar a cabo un proyecto, actividad o proceso. Es un paso fundamental dentro de la evaluación económica, ya que permite tener una visión clara y precisa de cuánto costará realmente desarrollar e implementar una idea o iniciativa. Una correcta identificación y estimación de costos es esencial para establecer la rentabilidad y viabilidad de cualquier proyecto de inversión. [10]

4.2 Costos de inversión inicial

- Costo por concepto de adquisición de la máquina

El valor por concepto de adquisición de la máquina es de \$1.800.000 IVA incluido.

- Costo de transporte

El valor por concepto de transporte es de \$ 238.000 IVA incluido.

- Costo de herramientas e insumos

El valor por concepto de adquisición de herramientas e insumos es de \$770.990 IVA incluido.

Detalle de insumos: pallets, transpaleta manual, maxi sacos de almacenamiento.

INVERSIÓN INICIAL	
Adquisición máquina	\$1.800.000
Traslado	\$238.000
Herramientas e insumos	\$770.990
Total	\$2.809.980

Fuente: elaboración de autor mediante cotizaciones.

Tabla 4-1: Tabla desglose inversión inicial

4.3 Costos operativos

- Costo de alquiler

El valor por concepto de arriendo del lugar en donde va a operar la máquina es de \$300.000

- Costo de energía eléctrica

Potencia (W) x Tiempo (H) / 1000 = Consumo diario (kWh)

$$\frac{2200 \times 8}{1000} = 17.6 \text{ (kWh)}$$

Consumo diario (kWh) x 20 = Consumo mensual (kWh)

$$17.6 \text{ (kWh)} \times 20 = 352 \text{ (kWh)}$$

Por lo tanto, el consumo mensual de la máquina será de 352 (kWh). Para conocer el costo asociado al gasto energético, se debe multiplicar por el precio del kWh, que tiene un valor de \$244 en Concepción. [11]

$$352 \text{ (kWh)} \times 244 = \$85.888$$

El costo por concepto de energía eléctrica es de \$85.888

- Sueldo de operador

El operador de la máquina trabajará por una jornada de 8 horas diarias de lunes a viernes, teniendo un sueldo remunerado de \$ 530.000

- Costo de logística

El valor por concepto de traslados de materia prima es de \$ 280.000 IVA incluido.

- Costo de mantención predictiva máquina

El valor por concepto de mantención predictiva tiene un costo de \$40.000

- Costo de repuestos

El valor por concepto de repuestos es variable; depende netamente de la productividad de la máquina, pero aquellos elementos críticos que están en desgastes son las cuchillas de trituración que rondan un valor de \$100.000 por cada pieza. La máquina tiene 8 cuchillas, por lo tanto, tendrá un valor de \$800.000 más \$200.000 por el cambio, el cual se efectuará 1 vez al año.

COSTOS FIJOS	
Alquiler	\$300.000
Energía eléctrica	\$85.888
Remuneración operador	\$530.000
Mantenimiento	\$40.000
Logística	\$280.000
Gastos imprevistos	\$100.000
COSTOS VARIABLES	
Repuestos	\$1.000.000

Fuente: elaboración de autor mediante cotizaciones.

Tabla 4-2: Desglose de costos operativos

4.4 Ingresos

- Concepto de venta de material triturado

Para contextualizar, la máquina trituradora opera un promedio de 8 horas por turno, con una capacidad nominal de producción de 100 kilogramos por hora. En condiciones óptimas, esto permitiría alcanzar hasta 800 kilogramos por turno, sin considerar pérdidas de tiempo ni retrasos operativos. Sin embargo, debido a la disponibilidad del recurso humano, se estima que el operador produzca alrededor de 200 kilogramos por turno bajo condiciones ideales.

Cada botella de PET tiene un peso estimado entre 15 y 30 gramos, estableciéndose un valor promedio de 20 gramos por unidad. Considerando el proceso de trituración, se

asume una pérdida del 25% del material, lo que equivale a una recuperación efectiva de 15 gramos de materia prima por botella triturada.

Con base en esta información, se aplica el siguiente cálculo:

$$200(kg)/ 8 (hr) = 25 (kg \times hr)$$

$$\frac{25000(g)}{60 (min)} = 416 (g/ min)$$

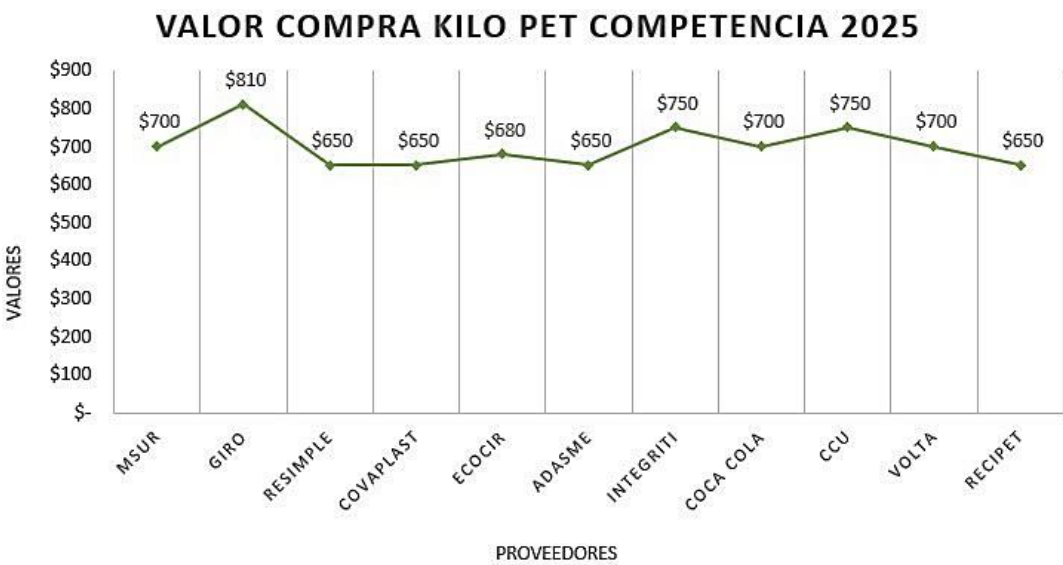
$$416 (g/min)/15 (g) = 27.7$$

Se concluye que, para alcanzar una producción de 200 kilogramos por turno, el operador deberá alimentar la cámara de trituración con aproximadamente 28 botellas por minuto. De este modo, se estima una producción mensual de 4 toneladas de materia prima.

$$200 (kg) \times 20 dias = 40000 (kg)$$

El valor por el pago de la venta del PET transparente es de \$420 pesos por kilogramo en RECIPET, generando como ingreso mensual \$1.680.000.

$$4000 (kg) \times 420 (pesos) = \$ 1.680.000$$



Fuente: proveedor recipet

Figura 4-1: Valor de proveedores

4.5 Flujo de caja

Año	0	1	2	3
Valor (peso chileno)	-2.809.980	319.364	3.448.708	6.578.052

Fuente: elaboración de autor mediante Excel

Tabla 4-3: Tabla de flujo

4.6 Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) es un criterio financiero para la evaluación de proyectos de inversión, que consiste en descontar los flujos de caja futuros, tanto ingresos como egresos, al valor presente mediante una tasa de descuento determinada. El VAN permite cuantificar el valor agregado que genera la inversión en términos monetarios, indicando la ganancia o pérdida esperada al comparar la inversión inicial con los ingresos descontados.

El VAN es el método más fiable para evaluar la rentabilidad de un proyecto de inversión, ya que considera el valor del dinero en el tiempo y mide el incremento en la riqueza que genera la inversión. [12] También conocido como Valor Neto Actual (VNA), Valor Actualizado Neto o Valor Presente Neto (VPN).

En este caso, se ha calculado la tasa de descuento para un proyecto de inversión en una máquina trituradora de PET, considerando las condiciones económicas actuales de Chile. Los valores utilizados en el cálculo son los siguientes:

Rf: Tasa libre de riesgo real = 3%

Pi/π: Inflación esperada anual en Chile: 3% (meta de inflación del Banco Central de Chile).

RP: Prima por riesgo del proyecto, que refleja las características específicas del emprendimiento 7% (riesgo elevado por emprendimiento, pyme de reciclaje).

$$K = rf + \pi + Rp$$

$$K = 3 + 3 + 7 = 13 \%$$

A continuación, procederemos a calcular el VAN.

$$CF_1 \neq CF_2 \neq CF_3 \neq \dots \neq CF_j \neq \dots \neq CF_n$$

$$VAN = -D_0 + \frac{FC_1}{(1+k)^1} + \frac{FC_2}{(1+k)^2} + \frac{FC_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{FC_j}{(1+k)^j} + \dots + \frac{FC_n}{(1+k)^n} > 0$$

Siendo:
CF_i: Flujo de caja del periodo i
D₀: Desembolso inicial
k: Tasa de actualización
n: Duración de la inversión

Fuente: <https://www.cesarcastillolopez.com/2019/05/calculo-manual-del-van.html>

Figura 4-2: Fórmula del VAN

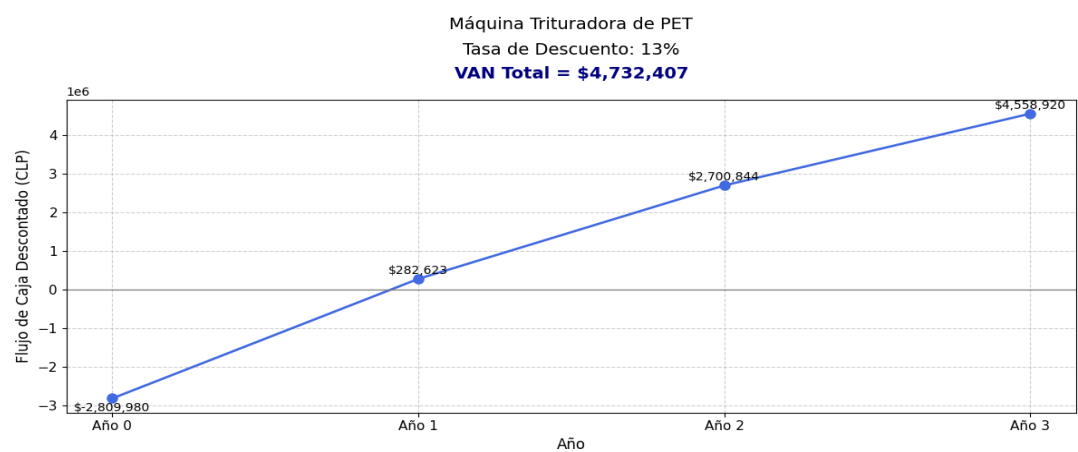
$$VAN = -2.809.980 + \frac{319.364}{(1 + 0.13)^1} + \frac{3.448.708}{(1 + 0.13)^2} + \frac{6.578.052}{(1 + 0.13)^3}$$

Resolvemos

$$VAN = -2.809.980 + 282.623 + 2.700.844 + 4.558.920$$

$$VAN = \$ 4.732.407$$

El VAN es positivo con una mayor cantidad de ganancias que el primer año, en su tercer año esta propuesta va a generas más ingresos y ya se habrá recuperado la inversión inicial, reflejando así el valor real del dinero en el tiempo.



Fuente: elaboración de autor mediante Excel

Figura 4-3: Gráfico flujos de caja descontados y valor actual neto (VAN)

4.7 Tasa interna de retorno.

La TIR hace que el valor presente neto de los flujos de caja futuros de una inversión sea igual a cero. Se utiliza como una medida de la rentabilidad de un proyecto. [13]

Es un indicador que nos muestra qué tan rentable es un proyecto de inversión. Representa la tasa de interés con la cual los ingresos futuros del proyecto igualan el costo de la inversión inicial.

Si la TIR es mayor que la tasa mínima, el proyecto es rentable y se recomienda aceptarlo. Si la TIR es menor, el proyecto no es rentable y se recomienda rechazarlo.

A continuación, calcularemos el TIR.

$$VAN(0) = -2.809.980 + \frac{319.364}{(1+TIR)^1} + \frac{3.448.708}{(1+TIR)^2} + \frac{6.578.052}{(1+TIR)^3}$$

Como sabemos, la TIR es la tasa interna de retorno; este valor nos indica el % máximo que debemos aceptar para que el proyecto sea rentable o no, en resumen (VAN = 0). Para esto vamos a calcular un TIR aproximado donde el proyecto tenga un VAN negativo, para

posterior, con ambos valores, interpolar y conseguir el verdadero valor de TIR, aplicando la siguiente fórmula:

$$TIR \text{ aproximado} = \frac{\sum \text{ingresos}}{\sum \text{egresos}} - 1 / n$$

$$TIR \text{ aprox} = \frac{[\frac{10.346.124}{2.809.980} - 1]}{3}$$

$$TIR \text{ aproximado} = 0.89 \approx 89\%$$

- Para una TIR 89%, remplazamos valores.

$$VAN(0) = -2.809.980 + \frac{319.364}{(1+0.89)^1} + \frac{3.448.708}{(1+0.89)^2} + \frac{6.578.052}{(1+0.89)^3}$$

$$VAN(0) = -701.204$$

$$TIR \ 89\% \rightarrow -701.204$$

El VAN es negativo, significa que la tasa usada es mayor a la TIR real. Se procede a reducir la tasa y repetir el cálculo.

- Para una TIR 70%, remplazamos valores.

$$VAN(0) = -2.809.980 + \frac{319.364}{(1+0.70)^1} + \frac{3.448.708}{(1+0.70)^2} + \frac{6.578.052}{(1+0.70)^3}$$

$$VAN(0) = -89.383$$

$$TIR \ 70\% \rightarrow -89.383$$

Dado que el VAN se aproxima a cero, se reduce la tasa para afinar el cálculo.

- Para una TIR 65%, remplazamos valores.

$$VAN(0) = -2.809.980 + \frac{319.364}{(1+0.65)^1} + \frac{3.448.708}{(1+0.65)^2} + \frac{6.578.052}{(1+0.65)^3}$$

$$VAN(0) = 114.667$$

$$TIR \ 65\% \rightarrow 114.667$$

Ahora con ambos valores podemos interpolar y determinar el valor de TIR.

$$TIR \ 65\% \rightarrow 114.667$$

$$TIR \ 70\% \rightarrow -89.383$$

Usamos la siguiente fórmula de interpolación lineal:

$$TIR = r1 + (\frac{VAN\ 1}{VAN\ 1 - VAN2}) \times (r2 - r1)$$

Donde:

- r1 tasa más baja del VAN 1 positivo
- r2 tasa más alta del VAN 2 negativo

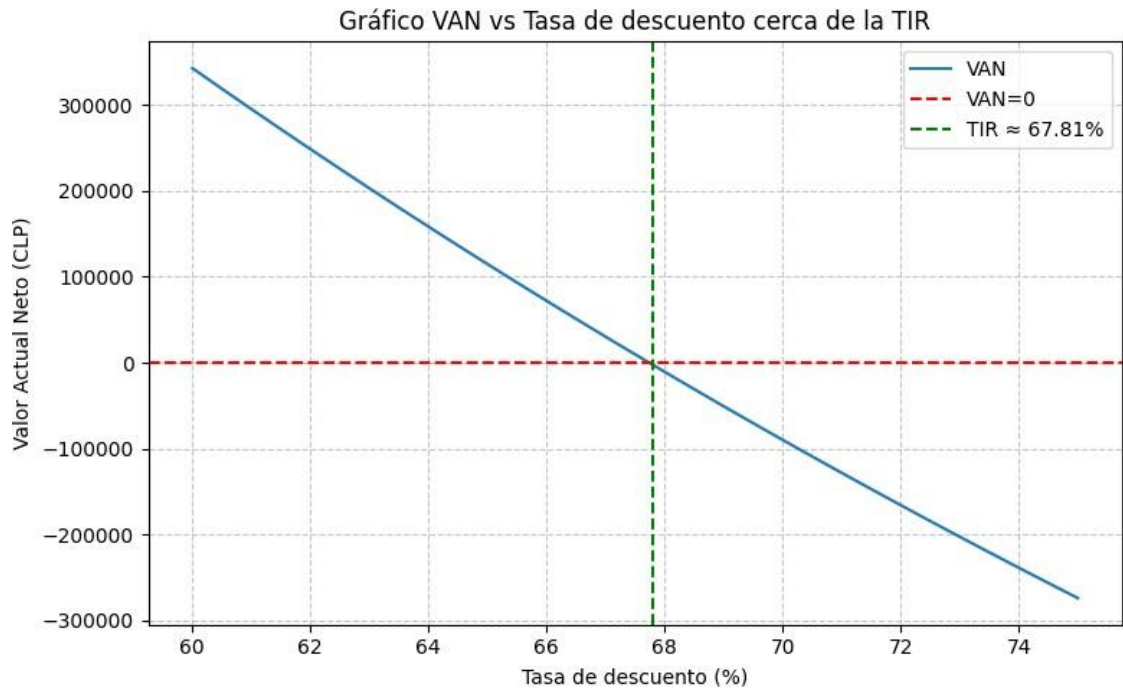
Resolvemos reemplazando valores en la fórmula.

$$TIR = 65 + (\frac{114.667}{114.667 - (-89.383)}) \times (70 - 65)$$

$$TIR = 65 + (0.5620) \times 5$$

$$TIR = 67.81 \approx 67.81\%$$

El proyecto ofrece una rentabilidad anual aproximada del 67.81%, muy superior al 13% de tasa mínima requerida, confirmando su alta rentabilidad.



Fuente: elaboración de autor mediante Excel

Figura 4-4: Gráfico tasa interna de retorno (TIR)

4.8 Financiamiento

Dentro de los costos asociados a la implementación de esta máquina y en coherencia con el principio de autogestión que caracteriza este proyecto, es importante destacar la existencia de fondos públicos destinados a financiar iniciativas de impacto social y ambiental. Estos fondos permiten cubrir proyectos relacionados con infraestructura comunitaria, estudios técnicos y programas vinculados a sectores de inversión pública establecidos en la legislación vigente. Su objetivo principal es atender necesidades de interés general y facilitar el desarrollo de soluciones sustentables en distintos ámbitos, incluyendo el reciclaje y la economía circular. Por consecuencia se opta por financiar el proyecto a través del Fondo para el Reciclaje debido a que se trata de una subvención estatal no reembolsable, lo que reduce el riesgo financiero y evita endeudamiento. A diferencia de un crédito bancario, este fondo permite cubrir el 100% de la inversión sin generar obligaciones de pago, lo que resulta ideal para proyectos ambientales que requieren estabilidad en sus primeras etapas. Además, este tipo de financiamiento está alineado con políticas públicas de sostenibilidad, fortaleciendo el impacto y legitimidad del proyecto.

4.8.1 Justificación fondos concursables

La adquisición e implementación de la máquina trituradora de PET se realizará a través del fondo para el reciclaje [14], una línea de apoyo estatal gestionada por el Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Este fondo tiene como objetivo fomentar iniciativas orientadas a la valorización de residuos, el fortalecimiento de emprendimientos verdes y el cumplimiento de la Ley REP (Responsabilidad Extendida del Productor). El 100% del financiamiento necesario para este proyecto equivalente a \$2.809.980 CL será solicitado mediante la postulación al Fondo para el Reciclaje, el cual permite financiar:

- Adquisición de maquinaria para clasificación y procesamiento de residuos.
- Equipamiento para mejorar la trazabilidad y eficiencia del reciclaje.
- Capacitación, implementación técnica y operativa del proyecto.

La propuesta se enmarca dentro de los criterios de evaluación del fondo, ya que:

- Contribuye a la gestión sustentable de residuos plásticos.
- Fortalece el ecosistema de reciclaje local.
- Genera beneficios ambientales y sociales.

4.9 Resultados

4.9.1 Económicos

En esta sección corresponde analizar los resultados económicos de nuestra unidad de reciclaje; cabe destacar que, al ser un estudio exploratorio, los resultados pueden estar sujetos a modificaciones en un análisis más específico.

Con base en los cálculos que respaldan este estudio, el proyecto de inversión en una máquina trituradora de PET es altamente rentable y financieramente viable. El Valor Actual Neto (VAN) calculado es de \$4.732.407, lo que indica que el proyecto no solo recupera su inversión inicial de \$2.809.980, sino que además genera un excedente significativo en términos de valor presente.

Por otro lado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenida es de aproximadamente 67,81%, muy por encima de la tasa mínima requerida del 13%, lo que refuerza la conveniencia de implementar esta iniciativa. Estos indicadores financieros reflejan que el proyecto tiene una alta capacidad para generar utilidades en el corto y mediano plazo.

Además, los flujos de caja positivos proyectados desde el primer año muestran que la inversión se recupera rápidamente, con una mejora progresiva de los ingresos netos anuales. Este comportamiento económico positivo, junto con la posibilidad de financiamiento total a través del fondo para el reciclaje sin necesidad de endeudamiento, reduce significativamente el riesgo financiero y favorece la estabilidad del proyecto.

En consecuencia, desde una perspectiva estrictamente económica, el proyecto representa una excelente oportunidad de inversión, combinando rentabilidad, bajo riesgo y alineación con políticas públicas de sostenibilidad.

4.9.2 Cultural y ambiental

Dentro del marco de la cultura, este proyecto presenta un beneficio enorme en la información selectiva en torno al reciclaje. La forma de separar la basura y reciclar no solo trae consigo ganancias económicas, sino también ambientales. Pero evidencia en este aspecto un déficit en los sectores socioeconómicos más vulnerables que se ubican en áreas que tradicionalmente tienden a verse directamente impactadas, como por ejemplo las poblaciones o zonas rurales. Por eso, se establece una preocupación, para traer consigo

necesariamente beneficios sociales y una mejor calidad de vida, especialmente en estos sectores, con el objetivo de crear una conciencia sociocultural en torno al tema.

Por consecuencia, en la manera en que se quiera abordar el proyecto, ya sea mediante la difusión de talleres educativos o beneficios económicos, teniendo en cuenta toda la información presentada en esta investigación, se podría satisfacer dichos requerimientos de forma exitosa.

5 CONCLUSIONES

Tras el análisis técnico, económico y cultural en la realización de este proyecto, se llegaron a las siguientes conclusiones:

El impacto negativo que generan los residuos plásticos en los ecosistemas de nuestro país es irreversible. Muy importante será tomar medidas para poder reducir el nivel de residuos domésticos que se genera día a día. Se deja en evidencia, mediante las cifras, el poco porcentaje de reciclaje y la poca conciencia sociocultural por parte de la población.

Se analizaron los procesos de reciclaje bajo el principio de la regla de las 3 R; las cuales son: reducir, que habla sobre la disminución del uso del plástico a solo lo esencial; reutilizar que es el hábito de alargar la vida útil de un producto; y reciclar, que consiste en someter los desechos a un proceso para obtener nuevos productos.

Dicho esto, se hace necesaria la implementación de ideas innovadoras y específicas para construir en el desarrollo sustentable que se pretende alcanzar. Con la idea de inculcar en la comunidad local la cultura de reciclar. Creando así una conciencia con sello verde, generando aplicaciones productivas, con la meta de hacerlas económicamente rentables, logrando así un impacto positivo.

Los objetivos planteados se cumplieron en su totalidad, todos ellos considerando los alcances y limitaciones del mismo. Debido a lo extenso y complejo del análisis, este se llevó a cabo con una metodología de investigación de tipo exploratoria. Gracias a la estructura que dicho estudio otorga, se pudo establecer parámetros superficiales, los que sirven para un estudio más completo en una propuesta final.

En el desarrollo de este proyecto investigativo se logró un aprendizaje más profundo en el área de análisis sobre los procesos de reciclaje y el funcionamiento básico. Se seleccionó la trituradora más conveniente para la aplicación en el área local bajo requerimientos básicos de poca complejidad. Se optó por la trituradora de molino de eje giratorio con cuchillas escalonadas debido a que es la más adecuada para la trituración de plástico en

base a las otras modalidades de trituración que son más complejas y su envergadura es mayor; por lo tanto, su costo será aún mayor.

Se realizó un estudio de costos para la trituradora en la cual se propone la adquisición e implementación, financiada completamente mediante el Fondo para el Reciclaje del Ministerio del Medio Ambiente de Chile. Con una inversión inicial de \$2.809.980 y una operación estimada de 20 días al mes, se espera alcanzar una producción mensual de 4 toneladas de PET triturado, generando ingresos por \$1.680.000. Los análisis financieros muestran un VAN positivo de \$4.732.407 y una TIR estimada del 67.81%, confirmando la viabilidad económica del proyecto. Además de su rentabilidad, la iniciativa contribuye a la economía circular, fomenta la gestión sustentable de residuos plásticos y fortalece el ecosistema local de reciclaje, alineándose con los objetivos de la Ley REP.

Cabe mencionar que se investigó mediante la ayuda de un movimiento mundial llamado Precious Plastic, evidenciando las distintas oportunidades en torno a las tecnologías que brinda esta comunidad, entregando gratuitamente archivos y datos para la fabricación de estas máquinas accesibles para aquel y aquellos que deseen promover la cultura del reciclaje a nivel mundial y comenzar a hacer el cambio que todos esperamos para alcanzar las metas y objetivos propuestos.

Como conclusión final y para cerrar el capítulo, queda en evidencia que este proyecto contribuye al aporte en términos medioambientales, porque la metodología que se lleva a cabo pretende reducir los volúmenes de desechos, mejorando drásticamente la calidad de vida para las personas que se interesen de este proceso.

Esta solución está dirigida tanto a usuarios sin experiencia previa en el manejo de tecnologías de reciclaje como a espacios de formación técnica o cultural, tales como talleres educativos, centros vecinales o instituciones escolares.

6 BIBLIOGRAFIA

- [1] «universityofcalifornia.edu,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.universityofcalifornia.edu/news/83-billion-metric-tons-plastic-and-counting#:~:text=>.
- [2] asipla, «asipla.cl,» 2025. [En línea]. Available: <https://asipla.cl/>.
- [3] A. Miravete, «Los nuevos materiales en la construcción,» 2ª Edición. Universidad de Zaragoza, Editorial Antonio Miravete, 1995.
- [4] «Concepto plástico,» 2025. [En línea]. Available: <https://concepto.de/plastico/>.
- [5] «Glasform,» 2025. [En línea]. Available: <https://glasform.es/fabricacion-de-plasticos/>.
- [6] «plastic europe,» 2025. [En línea]. Available: <https://plasticseurope.org/plastics-explained/how-plastics-are-made/>.
- [7] «acere tech,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.aceretech.com/es/blog/marketing-event-3/what-is-a-plastic-shredder-145>.
- [8] «blog shredder,» 2025. [En línea]. Available: <https://www.soyushredder.com/blog-detail/a-comprehensive-guide-to-four-shaft-shredders-everything-you-need-to-know?>.
- [9] «reciclamanahuia,» 2025. [En línea]. Available: <https://reciclamanahuia.com/catalogo/molino-triturador-180-350-kg-hr>.
- [10] N. & S. C. R. Sapag Chain, Preparación y evaluación de proyectos (7.ª ed.). McGraw-Hill, 2014.
- [11] p. t. Fundación energía, «cuentadelaluz,» 2025. [En línea]. Available: <https://cuentadelaluz.cl/>.
- [12] M. y. A. Brealey, «Principios de Finanzas Corporativas,» 2017.
- [13] W. y. J. Ross, «Fundamentos de Finanzas Corporativas,» 2010.
- [14] gobChile, «<https://fondos.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2024/11/Capacitacion-Nacional-FPR-2025.pdf>,» 2025. [En línea].

7 ANEXOS

7.1 Cotizaciones



COTIZACION FABRICACIÓN MÁQUINAS DE RECICLAJE

Contacto: Mtroela Díaz Email: metroela.diaz@precious.cl Institución: Dexima Ciudad: Santiago	Solicitante: Dexima SpA. (Rhinatoc) RUT: 78.265.630-9 Dirección: Lota 2257, oficina 301, Providencia. Entrega: En taller Reciklast	Fecha: 30 de mayo de 2025
--	---	------------------------------

Tiempos y plazos: 30 días

Condiciones de pago: 50% por adelantado y el 50% restante al momento de salir del taller

Notas La siguiente cotización se realiza específicamente para la institución identificada en los datos descritos anteriormente y es intransferible.

La misma tiene una duración de 15 días y los productos contemplan una garantía de 3 meses sobre estructuras, soldaduras, componentes eléctricos y piezas mecanizadas. Y garantía de 6 meses sobre mecanismos motores, previa inspección.

Código	Nombre	Valor Unit. Neto	Cantidad	Total Neto	Impuestos
RCK-001	TRITURADORA MOTOR 2,5 HP Dimensiones: alto 88 cm; ancho 55 cm; profundidad 55 cm. Estructura de acero 2 mm de espesor. Peso: 70 kg. Motor monofásico 2.5 HP, 1400 rpm, 14 amp. Caja reductora de relación 1:40, 35 RPM. Sistema de acople rígido entre motor y caja trituradora. Cuchillas de corte acero inoxidable mecanizadas por corte láser y rectificadas. Capacidad de trituración 10 a 15 kilos por hora. Inversor de marcha y cable eléctrico 1,5m. Enchufe de 16 amp. 	\$1.890.756	1	\$1.890.756	\$2.290.000
	Malla 5 mm	\$33.613	1	\$33.613	\$40.000

NETO	\$1.924.370
Impuestos	\$365.630
TOTAL	\$2.290.000

Nombre: RECIKLAST SpA Dirección: Coronel 2355, oficina 11. Comuna: Providencia Ciudad: Santiago Información de pago: transferencia bancaria a nombre de Reciklast SpA, 76847942-9 Banco: Estado Cuenta: Corriente n° 0100164540 email: info@preciousplastic.cl	Representante legal: Christian Helbig Celular: +56 9 38628527 E-mail: christian@preciousplastic.cl
--	--

Anexo 7-1: Cotización máquina reciklast



Molino Trituradora de
cuchillos #180 220V
3hp \$1800000 algas
jeringas fibra de
vidrio plasticos huiro
picadora monofasico

\$1.800.000

SKU: 2690

CONTÁCTANOS

← Continúe Comprando

COMPARTIR



Anexo 7-2: Cotización máquina magri



Búsqueda en catálogo



0 Productos
Carrito

AGRICOLA

FORESTAL

JARDIN

FERRETERIA

ALIMENTOS

VENTAS@TECNODELIV.CL

ESCRIBENOS

LLAMANOS

+56 9 5493 2724

Inicio / Ferretería / Molinos de Plástico / Molino Trituradora Plastico Chipeador Telas 5hp



Molino Trituradora Plastico Chipeador Telas 5hp

\$2.690.000

Máquina chipeadora trituradora de plástico de 5,5HP monofásica, molino chipeador para pequeños
envases plásticos, jeringas, esponjas, telas como calcetines y medias, cartones, etc.



Anexo 7-3: Cotización máquina tecnodeliv



COTIZACIÓN N° 0162025

FECHA: 16 JUNIO DEL 2025.-

EMPRESA : INGENIERIA Y SEGURIDAD RIVAS SPA

RUT : 76634101-2

CORREO : mati.garridocortez@gmail.com

COTIZACIÓN : SERVICIO DE TRANSPORTES

EN ATENCIÓN A REQUERIMIENTO, ENVIAMOS PRESUPUESTO PARA TRASLADO

VALOR NETO

TIPO DE SERVICIO	CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO	VALOR NETO
SERVICIO DE TRANSPORTE.	SERVICIO CONSIDERA EL TRASLADO EN CAMION CERRADO O ABIERTO	
	ORIGEN: SANTIAGO - DESTINO: CONCEPCION DESCRIPCION DEL ENVIO: • 1 PALLETS ESTÁNDAR Seguros de Carga 3.000 UF en cada camión de nuestra flota	\$ 200.000.- TOTAL C/ IVA \$ 238.000.-

Anexo 7-4: Cotización empresa trans service



ARRENDAMIENTO DE SEDE VECINAL
PARA FINES CULTURALES, SOCIALES Y AMBIENTALES

Con el objetivo de fortalecer el tejido social, promover el cuidado del medio ambiente y fomentar iniciativas con impacto comunitario, se acuerda el arriendo de la sede vecinal ubicada en Nonguen por un periodo de tres (3) años, contados a partir del 2025, mediante el pago de un canon mensual de \$300.000 (trescientos mil pesos).

Este arrendamiento se realiza en el marco de un beneficio cultural, social y ambiental, ya que la sede será utilizada como un espacio multifuncional para el desarrollo de actividades comunitarias y, de manera destacada, como centro de acopio y procesamiento de botellas plásticas PET.

Como parte fundamental de esta iniciativa, se instalarán jaulas metálicas para el acopio de botellas PET, no solo dentro de la sede vecinal, sino también en diferentes sectores del territorio, permitiendo una mayor cobertura y participación de la comunidad en el proceso de recolección. Estas jaulas estarán dispuestas estratégicamente para facilitar el acceso y fomentar la cultura del reciclaje en todo el entorno del barrio.

ARRENDATARIO:

NOMBRE : _____

RUT : _____

FIRMA ARRENDATARIO

FIRMA REPRESENTANTE
LEGAL JJVV

Anexo 7-5: Cotización alquiler prospecto



Set De 142 Herramientas Manuales De Alta Calidad

SKU THKTHP21426

\$ 184.970 -15%

~~\$ 216.999~~

en 6x \$ 30.828 sin interés

Lo que tienes que saber de este producto:

- Set de herramientas 142 piezas, alta calidad.
- Incluye amplia variedad de dados hexagonales y estrella.
- Proporciona mango flexible de 1/2", duradero.
- Cuatro tamaños de barras extensoras para versatilidad.
- Diferentes tipos de llaves y destornilladores incluidos.
- Viene en empaque maleta para fácil transporte y almacenamiento.

[Comparar](#) [Ayuda](#) [Información](#)

Anexo 7-6: Cotización kit de herramientas



-40%

Envío a todo Chile

Despacho a regiones

Cotiza tu envío.

Retiro en tienda

Costo \$0c/p

A partir de 24hrs hábiles.

Envío en RM*

Gratis sobre \$100.000c/p

*En comunas seleccionadas.

Transpaleta manual | carga de 2tn

SKU TRASPA2

Categories Transpaletas, Carga y levante, Ofertas

Tag Bodegaje

\$344.476

\$204.990

20 disponibles

Hasta 12 pagos sin tarjeta con Mercado Pago. Saber más

1 Agregar al carrito

Activar Windows

Ve a Configuración para activar Windows

Anexo 7-7: Cotización transpaleta



Home

Productos por Sucursales

Información Útil

Saldos

Compra Online

Arquitectos





Descripción

Pallets

Title: Pallets

Pallets

Precio: \$6.010

Los gastos de envío se calculan al ir

Stock: Disponible

Cantidad: 1

Anexo 7-8: Cotización pallets transporte



Sitrade

chile

IMPORTACIONES Y SERVICIOS

Maxi Sacos de 1000 Kilos fabricados en PP

\$44.620

MAXI SACOS de 1000 Kilos Fabricados en PP

Medidas 900 x 900 x 1200 + 4 asas

OFERTA PACK 5 UNIDADES \$ 44.620 +IVA

IDEAL para ALMACENAR y TRANSPORTAR todo tipo de productos a granel. También utilizado para RECICLAR todo tipo de plásticos y/o gestionar residuos.

Uso en INDUSTRIAS, TRANSPORTE, AGRICULTURA Y ALIMENTOS, RECICLAJE, CONSTRUCCION, MINERIA, INDUSTRIAL EN GENERAL.

Fabricado en PP

Capacidad de Carga hasta 1200 Kilos

+Retiro desde nuestra bodega

+ A convenir despacho por starken por pagar en destino

Activar Windows

Ve a Configuración para activar Windows

Anexo 7-9: Cotización sacas de almacenamiento

7.2 Flujo de caja Excel

		2025												
INVERSION		Mes 0	ene-25	feb-25	mar-25	abr-25	may-25	jun-25	jul-25	ago-25	sept-25	oct-25	nov-25	dic-25
Maquina:\$1.800.000	Ingreso Venta Materia Prima		1680000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000
Traslado:\$238.000	Inversion inicial	-2.809.980												
Herramientas e insumos:\$770.990														
TOTAL INVERSION: 2.809.980	Total Ingreso		1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000
	Alquiler		-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000
	Energia Electrica		-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888
	Sueldo Operador		-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000
	Traslado de Materia prima		-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000
	Mantenimiento Predictivo		-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000
	Gastos imprevistos		-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000
	Total Gastos Fijos		-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888
	Repuestos y Mantencion													-1.000.000
	Total Gastos Variables		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.000.000
	Total Gastos F+V		-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-2.335.888
	Flujo Mes		-2.465.868	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	-655.888
	Flujo Acumulado Mes		-2.465.868	-2.121.756	-1.777.644	-1.433.532	-1.089.420	-745.308	-401.196	-57.084	287.028	631.140	975.252	319.364

2026											
ene-26	feb-26	mar-26	abr-26	may-26	jun-26	jul-26	ago-26	sept-26	oct-26	nov-26	dic-26
1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000
1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000
-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000
-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888
-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000
-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000
-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000
-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000
-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888
											-1.000.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.000.000
-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-2.335.888
344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	-655.888
663.476	1.007.588	1.351.700	1.695.812	2.039.924	2.384.036	2.728.148	3.072.260	3.416.372	3.760.484	4.104.596	3.448.708

2027											
ene-27	feb-27	mar-27	abr-27	may-27	jun-27	jul-27	ago-27	sept-27	oct-27	nov-27	dic-27
1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000
1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000	1.680.000
-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000	-300.000
-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888	-85.888
-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000	-530.000
-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000	-280.000
-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000	-40.000
-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000	-100.000
-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888
											-1.000.000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1.000.000
-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-1.335.888	-2.335.888
344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	344.112	-655.888
3.792.820	4.136.932	4.481.044	4.825.156	5.169.268	5.513.380	5.857.492	6.201.604	6.545.716	6.889.828	7.233.940	6.578.052