

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Instalación de una planta de tratamiento de residuos aprovechables para
disminuir los impactos ambientales del distrito de Motupe**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Paulina Estefany Perez Asencio

ASESOR

William Enrique Escribano Siesquen

<https://orcid.org/0000-0003-3086-1170>

Chiclayo, 2024

**Instalación de una planta de tratamiento de residuos aprovechables
para disminuir los impactos ambientales del distrito de Motupe**

PRESENTADA POR
Paulina Estefany Perez Asencio

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Sonia Mirtha Salazar Zegarra
PRESIDENTE

Diana Peche Cieza
SECRETARIO

William Enrique Escribano Siesquen
VOCAL

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación va dedicado a Dios por brindarme sabiduría, salud, por ser el guía para lograr mi objetivo y no dejarme vencer por los obstáculos. A mis padres, hermanas y abuelos por brindarme su confianza y apoyo incondicional, también porque son mi motivo en lo que realizo. A mis profesores por todos sus conocimientos brindados.

Agradecimiento

A Dios por ser mi mayor inspiración, por su fortaleza y sabiduría a lo largo de esta etapa profesional.

A mis padres, hermanas y abuelos por su amor infinito y apoyo para poder culminar mi carrera.

A mi asesor de tesis Ing. William Enrique Escribano Siesquen y a mis docentes por todos sus conocimientos aportados para el desarrollo de mi investigación.

ARTICULO PEREZ ASENCIO.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	22%	8%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	www.redalyc.org Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
9	rpp.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	9
Materiales y métodos	12
Resultados	13
Conclusiones	30
Recomendaciones	31
Referencias.....	32
Anexos	35

Resumen

El objetivo principal de este estudio fue examinar la posibilidad de establecer una planta de procesamiento de residuos reciclables en el distrito de Motupe, con el propósito de impulsar el crecimiento económico en la zona. Para lograr esto, se realizó un análisis exhaustivo que abarcó la viabilidad comercial, técnica e ingenieril de la planta, junto con un examen financiero detallado para evaluar la factibilidad del proyecto. La metodología de investigación adoptada se basó en enfoque cuantitativo no experimental, utilizando un diseño analítico y descriptivo. Los resultados de este estudio revelaron que aproximadamente el 31,90% de los residuos sólidos generados en el distrito de Motupe son aptos para ser reciclados. Estos residuos aprovechables suman un total de 5,41 toneladas por día, con un desglose del 10,60% en papel, 5,90% en plástico PET, 4,70% en vidrio, 3,90% en chatarra y 2,77% en tapitas. Basándose en el análisis técnico, se determinó que la planta de tratamiento de residuos reciclables constará de cinco líneas de procesamiento, operando de manera continua durante todo el año. Además, se estima que alcanzará una eficiencia en la utilización de materia prima del 98%, con un nivel de utilización basado en su capacidad diseñada de aproximadamente 78,85%. La instalación de la planta requerirá una superficie total de alrededor de 699,33 metros cuadrados. Por último, se llevó a cabo un análisis financiero exhaustivo, el cual arrojó indicadores positivos y favorables que respaldan la viabilidad del proyecto. Estos indicadores incluyen un Valor Actual Neto (VAN) de 1 222 969,61 soles, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 73,4% y un Índice de Beneficio-Costo (índice B/C) de 1,32. En conjunto, estos resultados sugieren que la implementación de la planta de tratamiento de residuos reciclables en el distrito de Motupe es económicamente sólida y factible.

Palabras clave: Planta de tratamiento de residuos, segregación, residuos sólidos inorgánicos, impacto ambiental.

Abstract

The main objective of this study was to examine the possibility of establishing a recyclable waste processing plant in the Motupe district, with the purpose of promoting economic growth in the area. To achieve this, a comprehensive analysis was carried out covering the commercial, technical and engineering viability of the plant, together with a detailed financial examination to assess the feasibility of the project. The research methodology adopted was based on a non-experimental quantitative approach, using an analytical and descriptive design. The results of this study revealed that approximately 31,90% of the solid waste generated in the Motupe district is suitable for recycling. This usable waste adds up to a total of 5,41 tons per day, with a breakdown of 10,60% in paper, 5,90% in PET plastic, 4,70% in glass, 3,90% in scrap and 2,77 % in caps. Based on the technical analysis, it was determined that the recyclable waste treatment plant will consist of five processing lines, operating continuously throughout the year. In addition, it is estimated that it will reach a raw material utilization efficiency of 98%, with a utilization level based on its designed capacity of approximately 78,85%. The installation of the plant will require a total area of about 699,33 square meters. Finally, an exhaustive financial analysis was carried out, which yielded positive and favorable indicators that support the viability of the project. These indicators include a Net Present Value (NPV) of 1 222 969,61 soles, an Internal Rate of Return (IRR) of 73,4% and a Benefit-Cost Ratio (B/C ratio) of 1,32. Taken together, these results suggest that the implementation of the recyclable waste treatment plant in the Motupe district is economically sound and feasible.

Keywords: Waste treatment plant, segregation, inorganic solid waste, environmental impact.

Introducción

El manejo de residuos reciclables se ha convertido en una de las principales fuentes de ingresos en muchas ciudades, además de aportar numerosos beneficios al medio ambiente, como la conservación de recursos naturales, la reducción de la contaminación, el ahorro de energía y la creación de empleo, entre otros. Estos factores han motivado a varios países a invertir en la instalación de plantas de reciclaje para gestionar de manera adecuada una variedad de residuos, convirtiéndolos en importantes centros de procesamiento de desechos.

Solamente el 16% de los desechos de residuos sólidos (de ahora en adelante RRSS) se reciclan y se reutilizan en otros procesos en la actualidad. Estados Unidos lidera esta cifra con un 12%, lo que representa un 4% de la población mundial. Le siguen China e India, que en conjunto suman un 27%, mientras que Brasil e Indonesia aportan un 10% menos que la potencia líder. Se proyecta que para el año 2030, se acumularán aproximadamente 111 millones de toneladas de residuos, lo cual plantea un problema de salud pública y medioambiental. Este desafío debe ser abordado tanto por países industrializados, que son los principales generadores de contaminación y residuos, como por naciones en desarrollo que necesitan mejorar sus políticas medioambientales para obtener un mayor beneficio y valor de los RRSS. Asimismo, el 5% de los desechos sólidos a nivel mundial contribuye al aumento de los gases de efecto invernadero, y se espera que el crecimiento de la población, la urbanización y el desarrollo económico resulten en un aumento del 70% en el volumen de residuos en los próximos 30 años [1] [2].

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente, el Perú produce alrededor de 7 millones toneladas de RRSS y de este total solo se recicla el 1,9% [1] [3]. Según la ONG Ciudad Saludable, alrededor del 55% de los desechos sólidos está compuesto de materia orgánica, y el 29% es material aprovechable como papel, plástico, cartón, entre otros [4].

En el Perú solo se recicla de 19 mil toneladas que se generan diariamente el 4%; de las cuales según el ministerio de trabajo y ambiente 180 mil familias viven del reciclaje, esto incluye tanto a niños, jóvenes y adultos con un gran potencial para generar empleos a todas las personas que deseen involucrarse a este rubro [5].

El distrito de Motupe ubicado en la provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque, cuenta con un total de 26 779 habitantes conforme lo indicó el censo aplicado en el año 2 017. Uno de los problemas que más aquejan dentro de la ciudad es su elevado nivel de contaminación producida por el desecho de diversos residuos, con una generación de basura (18 000 t/día). [6]

Se observa también una falta de una cultura adecuada en el manejo de los residuos, incluyendo la separación y el reciclaje de ciertos tipos de desechos sólidos. Además, en el distrito no existe una normativa municipal que demuestre el compromiso de los líderes locales en promover buenas prácticas ambientales. Por otro lado, el aumento constante de la población con el paso de los años conlleva un incremento en la actividad económica, una mayor expansión de las empresas y un aumento en el consumo, lo que resulta en una generación de mayores cantidades de residuos.

Por lo descrito anteriormente se propuso el siguiente problema: ¿De qué manera la instalación de una planta de tratamiento de residuos aprovechables disminuiría los impactos ambientales del distrito de Motupe?

De tal forma se planteó como objetivo general proponer la instalación de una planta de tratamiento de residuos aprovechables para disminuir los impactos ambientales negativos del distrito de Motupe consecuentemente se planteó objetivos específicos que puedan ayudar al resultado de esta investigación: diagnosticar la situación actual de los residuos sólidos en el distrito de Motupe, realizar el estudio técnico y de ingeniería para la instalación de la planta de tratamiento de residuos aprovechables y finalmente realizar un análisis económico ambiental de la propuesta.

De acuerdo con lo antes mencionado, la presente investigación busca brindar una solución a la contaminación producida por los desechos de diversos RRSS, por lo que se planteó instalar una planta de tratamiento de residuos aprovechables y con ello incrementar la rentabilidad económica del distrito de Motupe. Del mismo modo, la creación de una planta de tratamiento de residuos aprovechables ayuda a reducir grandemente la utilización de los recursos naturales, el ahorro de energía y la reducción de la contaminación.

Revisión de literatura

Los autores Fazenda, A; Tavares Russo, M [7], en su investigación resaltaron la incipiente organización en la disposición de los desechos sólidos en Sumbe. Este análisis se realizó a través de encuestas, entrevistas y trabajo de campo, con el objetivo de establecer un plan para la gestión sostenible de los desechos en la localidad. Este estudio incluyó un análisis detallado y una interpretación exhaustiva, junto con la realización de encuestas, entrevistas y trabajo de campo, como componentes esenciales para desarrollar un enfoque de gestión de desechos sólidos que promueva el desarrollo sostenible en Sumbe. Además, se recopiló datos sobre la composición de los desechos sólidos en la zona, revelando que los residuos orgánicos representan un 67% del total, mientras que el papel y el cartón constituyen un 10%, el vidrio un 8,8%, los metales un 4,7%, el plástico un 4,3%, y durante la fase de limpieza se generan residuos de polvo y tejidos que representan el 1,2% del total. Los investigadores llegaron a la conclusión de que hay deficiencias en la administración de los residuos urbanos durante la fase de depósito en los puntos de recolección de la localidad mencionada. Esto se debe a la falta de contenedores disponibles, lo que conduce a un depósito directo en el suelo y su dispersión por los animales domésticos que deambulan por las calles. Este fenómeno contribuye a la degradación de la salud pública y del entorno ambiental.

En resumen, este estudio proporcionó información esencial sobre la caracterización de los desechos sólidos a través de métodos como encuestas, entrevistas y trabajo de campo.

La investigación realizada por Rodríguez Tenempaguay, F [8], identificó como una inquietud el aumento de la contaminación ambiental, causado por una variedad de factores industriales y la acumulación de residuos derivados del consumo diario en los hogares. Se observó que la mayoría de las regiones reconocía la necesidad de implementar un proceso de reciclaje para el polietileno, con el objetivo de reducir el impacto de los contaminantes. Como respuesta, propusieron llevar a cabo un estudio de viabilidad económica y financiera para establecer una instalación de tratamiento de residuos de polietileno que puedan ser reutilizados, utilizando herramientas y métodos financieros. Los resultados de este análisis resultaron ser positivos y estuvieron en línea con las expectativas, ya que el proyecto se mostró factible desde las perspectivas económica, financiera y social. Esto se debió a que contribuyó al crecimiento económico de la provincia de Santa Elena y, además, generó oportunidades de empleo tanto directas como indirectas.

Este estudio brindó información acerca de la viabilidad económica y financiera de una instalación destinada al tratamiento del polietileno, lo cual permitió a la Opciones considerar las conclusiones obtenidas en la investigación.

Cajamarca Cajamarca, E; Bueno Sagbaicela, W y Jimbo Días, J [9] se planteó la inclusión de la población de recicladores en la economía global a través de la adopción de modelos de negocios inclusivos (MNI). El propósito de esto era combatir la pobreza, mejorar el acceso a oportunidades y permitir que estas comunidades generaran ingresos y ejercieran su derecho a la libertad económica. El enfoque principal consistía en evaluar si la creación de asociaciones de recicladores tendría un impacto significativo en sus ingresos y analizar las condiciones en las que se lleva a cabo el reciclaje, para determinar si podría convertirse en una actividad rentable como parte de un modelo de negocio inclusivo para esta población. El enfoque

metodológico comenzó con un estudio que involucró a 150 recicladores, 27 intermediarios privados y 2 centros corporativos de reciclaje. Las conclusiones apuntaron que el reciclaje ofrece oportunidades económicas atractivas, especialmente cuando se adopta un modelo de negocio inclusivo, que los intermediarios son quienes más se benefician en esta actividad.

En la investigación se proporcionó información sobre como los desechos sólidos con tomados para un tipo de negocio inclusivo de reciclaje. Asimismo, realizo de manera experimental el proyecto, por el cual permitirá dar opciones a los resultados de la investigación.

Finalmente, Jiménez López, V; Puerto Salgado, M y Chan Magaña, M [10], en esta investigación, señalaron como problema real el hecho de que en la ciudad de Mérida se producen diariamente alrededor de seiscientas (600) toneladas de RRSS municipales, lo que está causando contaminación ambiental. Sin embargo, destacaron que este problema podría convertirse en una oportunidad para generar ingresos, especialmente en el caso de materiales como el tereftalato de polietileno (PET), que pueden ser reciclados. Esto no solo crearía empleos, sino que también reduciría la contaminación ambiental. Por lo tanto, proponen como solución, instalar una estación de depuración de envases PET, lo que contribuiría al desarrollo sostenible de los residuos municipales y a la disminución del impacto ambiental. Además, recomiendan realizar un análisis de mercado posterior al consumo en la región y un análisis financiero para evaluar la viabilidad del proyecto.

La presente investigación proporcionó información sobre la viabilidad de la instalación de una planta de tratamiento de envases PET. De esta forma, se realizó de manera experimental el proyecto, por el cual permitirá la Opciones los resultados de la investigación.

Los RRSS son todos los bienes o derivados que se encuentran en el medio ambiente en un estado sólido o semisólido, pueden ser generados por personas naturales o jurídicas. Dentro de la clasificación de los desechos sólidos se tienen a los que se dividen según su origen, gestión y peligrosidad. [11]

Residuo aprovechable es aquel material, objeto, sustancia o elemento sólido que no posee valor de uso para quien lo genera, sin embargo, se puede reutilizar para distintos procesos productivos. [12]

La ley N°27314 habla de la inclusión de normas, y responsabilidades que debe tener la sociedad para gestionar un manejo adecuado de los residuos con el propósito de evitar y minimizar los efectos que se generen en el medio ambiente, así mismo se relaciona a todo tipo de trabajo, proceso u operación que requiera una gestión de su actividad final o para reaprovechamiento de los residuos como fuentes de ingresos para la población y empresas. [13].

El diseño de planta es la distribución adecuada de todos los espacios o áreas de trabajo que debe tener una empresa para realizar un proceso de fabricación eficiente, confortable y económica [14].

El tamaño de planta posee relación con la capacidad de planta que tiene una empresa, por lo cual se deben tomar los siguientes criterios: [15].

El tamaño de la demanda: Es uno de los factores importantes para determinar el tamaño de cuanto es lo que se va a fabricar o producir con relación a la demanda. Si se encuentra una demanda superior o mayor a lo esperado se recomienda seguir con el proceso de instalación de la planta, si es al contrario se sugiere volver a realizar un nuevo análisis de marketing para evitar el riesgo de una mala inversión.

El tamaño de la materia prima: Es un factor que se relaciona con la cantidad de materia prima que se pueda obtener y que a la vez su valor contenga un uso para ser reaprovechada en grandes cantidades, darle así una nueva vida útil y poder tener una buena rentabilidad económica.

El tamaño en relación con la tecnología: Es un factor que se relaciona con la actividad del proceso y fabricación que se desea instalar en una planta, puede limitar la capacidad de la planta si no se sabe definir adecuadamente para que procesos será aplicado y como se llevará a cabo.

El tamaño del financiamiento: Se relaciona con la ubicación, el tamaño, la cantidad de cuanto es lo que se quiere fabricar o procesar; la demanda a la cual quiero dirigirme para luego determinar un tipo de financiamiento cómodo y que los ingresos me generen una gran utilidad y un período de recuperación beneficioso.

Tamaño mano de obra: Es un factor relacionado con los operarios, que se desean contratar dependiendo de las actividades involucradas en la fabricación de un producto, así como áreas en donde se requiera personal calificado y cumpla con los requisitos establecidos de la empresa.

Localización de la planta es el lugar o espacio en donde se ubicará la instalación de la planta, realizando un previo análisis de factores para determinar la ubicación correcta y minimizando el costo de inversión. Usando el método de los factores ponderados que se realiza estableciendo pesos a factores tomados a criterio y que su suma debe dar 100%. Así mismo esos factores son cuantificados por números del 1 al 10 donde la multiplicación del porcentaje por el número dará un resultado y que luego la suma total del mayor puntaje será el que se elija. [15]

Distribución de planta se realiza con el fin de lograr un espacio confortable y que permita a todos los trabajadores desempeñarse adecuadamente y evitar futuros accidentes. Pueden ser de 3 tipos: por proceso, por producto y por componente fijo [15].

Para una distribución por proceso: se agrupan los operarios y equipos que efectúan cargos similares y que a la vez realicen trabajos de rutina en volúmenes bajos de producción.

Para una distribución por producto: en este tipo de distribución se agrupa a los operarios y al equipo acorde a la serie de las operaciones a realizar sobre determinado producto.

Para una distribución por componente fijo: para esta distribución se debe tener en cuenta la mano de obra, maquinarias y materiales que sean transportados al área de trabajo, como es el caso de la construcción de un barco u edificio.

El cálculo de la superficie requerida se emplea para evaluar los espacios de manera integral utilizando la metodología de Guerchet; por lo tanto, es imperativo poseer datos fundamentales como el número total de operadores, equipos de trolebuses y maquinaria. Además, el área estará destinada a los empleadores, las materias primas y los corredores destinados al movimiento de materiales, entre otras especificaciones necesarias para una operación eficiente. Para este esfuerzo, se consideran esenciales para la determinación tres áreas distintas: [16].

Superficie estática: Se refiere a la distribución por cada equipo, maquinaria, instrumentos, etc.

Superficie gravitacional: representa el área destinada a la manipulación de maquinaria y materiales en proceso, donde se calcula el número posible de lados para el funcionamiento de la máquina. En los casos en que la máquina o el mueble sean circulares, el número de lados a considerar es dos.

Superficie de evolución: dicha área es indispensable ya que define la distribución de los equipos y empleadores entre sus turnos de trabajo.

El impacto ambiental se considera una alteración positiva o negativa que se produce como consecuencia de los elementos ambientales asociados a una organización; estos elementos comprenden las actividades, los productos o los servicios relacionados con el medio ambiente [17].

Matriz de Leopold se debe tener presente los impactos ambientales generados, luego darle un valor en cuanto a la Magnitud que es representada como la dimensión e intensidad del impacto y la Importancia se refiere a la extensión y relevancia del impacto [17].

Materiales y métodos

El tipo de investigación es aplicada debido a que se pretendió encontrar soluciones a los problemas encontrados mediante la aplicación de propuestas [18]. También es de nivel descriptiva, porque se basó en observar y describir el comportamiento de las variables [19]. El enfoque de esta investigación se orienta hacia lo cuantitativo, ya que se abordó la cuantificación numérica de los resultados. Para lograrlo, se desglosaron los resultados según los objetivos específicos planteados. Además, esta investigación se caracteriza por ser no experimental, dado que no implicó la manipulación de variables y se centró únicamente en el estudio del sistema en cuestión [20].

En este estudio, se recopiló información relacionada con las operaciones llevadas a cabo por la unidad de gestión de Servicios Públicos Locales en lo que respecta a la limpieza pública. La población y la muestra se centraron en las actividades que abarcan la recolección de basura, el almacenamiento de RRSS, el servicio de barrido y la disposición final de los desechos. [19].

Las técnicas para la recolección de datos son:

Observación: Esta técnica permitió obtener datos específicos acerca de la gestión de RRSS en la unidad de Servicios Públicos Locales, enfocándose en la limpieza pública con el fin de identificar problemas. Los datos recolectados mediante esta metodología se registraron en un formato que posteriormente facilitó su análisis.

Análisis de Documentos: A través de esta técnica, se obtuvo información sobre las actividades relacionadas con la recolección de basura, el almacenamiento de RRSS, el servicio de barrido y la disposición final de los últimos 13 años mediante la revisión minuciosa de documentos pertinentes.

Consultas Bibliográficas: Se llevaron a cabo consultas tanto en fuentes virtuales como en recursos físicos, como tesis previas, libros especializados y revistas científicas. Estos documentos contribuyeron al análisis de la información recabada por la unidad de Servicios Públicos Locales.

El plan de viabilidad de los resultados:

En el primer objetivo de esta investigación, se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual de los RRSS. Se recopilaron datos proporcionados por la Municipalidad Distrital de Motupe a partir del Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales (ECRSM). Esto incluyó la generación per cápita de kg/hab./día y la proyección de la generación anual de desechos sólidos municipales por habitante para los próximos 5 años mediante un método de progresión lineal. También se identificaron los puntos críticos con una mayor generación de desechos sólidos municipales a través de fichas de observación, respaldadas por fotografías que documentaron las grandes cantidades de RRSS inorgánicos y sus impactos ambientales en diferentes zonas del distrito. Además, se determinó la composición física de los RRSS no domiciliarios para comprender las clasificaciones y porcentajes de los desechos sólidos municipales. Se aplicó la Matriz de Leopold para evaluar los impactos ambientales en los aspectos físicos, biológicos y sociales, identificando así los principales impactos ambientales y sociales generados por los desechos sólidos y las actividades relacionadas.

En el segundo objetivo de esta investigación, se llevó a cabo un estudio técnico y de ingeniería para la instalación de una planta de tratamiento de residuos aprovechables. Se incluyó un estudio de mercado que consideró productos, área de influencia, oferta, demanda y precio, lo que permitió la elaboración de un plan de ventas. Para los RRSS inorgánicos, la demanda se analizó según la situación actual de generación de RRSS en el distrito de Motupe, y la oferta se determinó a partir de información otorgada por la planta de depósito de Motupe. Se aplicaron métodos de proyección para estimar el movimiento de oferta y demanda en los próximos 8 años a partir de datos históricos. Se eligió la ubicación de la planta en el caserío de Salitral, considerando aspectos geográficos, socioeconómicos, culturales e infraestructurales tanto a nivel macro como micro. Se identificaron los productos principales a utilizar en la planta de

tratamiento, que incluyen cartón reciclado, papel, vidrio, plástico PET, chatarra, y se detallaron sus métodos de comercialización. Se examinó la disminución de visitantes en Motupe en 2020 debido al COVID-19 y se calculó una producción por persona de RRSS de 0,311 kg/día en el distrito.

Los consumidores de nuestros productos principales son empresas que busca realizar sus actividades económicas con un enfoque ambiental. También podemos afirmar, a partir de las proyecciones del Ministerio de Economía y Finanzas, que la economía peruana crecerá en un 5,1% en el periodo 2021-2026; esto se puede traducir en estabilidad económica y políticas en el Perú lo que resulta beneficioso para la planta. Para la demanda histórica se tomó en cuenta los informes del distrito de Motupe, la disposición de residuos reaprovechables es de 31,9%.

En el pronóstico de la demanda y oferta se utilizó el método de progresión lineal para el periodo 2021-2028. Para la demanda se tuvo en cuenta el índice de aumento anual de producción per cápita de los RRSS de 1%. Para la oferta se consideró la cantidad de 5,41 t/día de RRSS reaprovechables: papel (33,23%), cartón (18,50%), plástico PET (14,73%), vidrio (12,23%), chatarra (8,46%), tapitas 2,77% y descarte 1,33%.

El plan de ventas para el periodo 2022-2028 dio un valor de S/11 783 817,31. La comercialización del producto se realizará mediante el canal de distribución indirecto – corto y comprende a los productores (planta de tratamiento), detallistas (empresas transformadoras del RSA) y el consumidor (personas, tiendas, etc.).

Para el tercer objetivo de esta investigación, se realizó un análisis económico-ambiental del proyecto, incluyendo un flujo de caja para evaluar su viabilidad económica. También se aplicó la Matriz de Leopold para identificar los impactos ambientales generados por la instalación de la planta de tratamiento.

Resultados

A. Diagnosticar la situación actual de los residuos sólidos en el distrito de Motupe

Para la generación de RRSS en Motupe se tomaron de los datos recogidos del INEI, así mismo, se tomó como base el dato del censo del 2017, consiguiéndose una población de 26 934 personas.

Para el INEI, la información presentada en la tabla 1 simbolizan la estimación de la generación de RRSS en el distrito de Motupe durante los últimos 7 años. Este cálculo se basó en una generación per cápita de 0,311 kg/hab./día, proporcionada por el Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Motupe, Departamento de Lambayeque. Para obtener la cifra total de residuos generados en el período de 2015 a 2021, se multiplicó este valor por el número de habitantes y visitantes del distrito. [21]

Tabla 1 Generación de desechos sólidos por habitante

Año	Población	Visitantes	GPC (kg/hab/día)	Residuos sólidos totales (kg/día)
2015	26 377	10 952	0,311	11 609,319
2016	26 779	11 215	0,311	11 816,134
2017	26 934	11 451	0,311	11 937,735
2018	27 217	11 752	0,311	12 119,359
2019	27 503	12 026	0,311	12 293,519
2020	27 769	12 290	0,311	12 458,224
2021	28 038	12 553	0,331	13 435,687

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo con el estudio de caracterización de residuos sólidos se afirma que en el distrito de Motupe generó 16,96 t/día de RRSS, de estos, el 31,90% son aprovechables (5,41 t/día), el 26,80% residuos no aprovechables (4,55 t/día), el 29,90% son residuos orgánicos (5,07 t/día) y el 11,40% residuos peligrosos (1,93 t/día). En los residuos sólidos encontramos al papel con un

10,60%, cartón con 5,90%, plástico PET con 4,70%, vidrio recuperado 3,90%, chatarra 2,70%, tapitas 2,77% y descarte 1,33%. [21]

Al realizar la identificación de los impactos ambientales, se utilizó la matriz de Leopold, según [22] refiere que la calificación depende del signo, si es positivo es porque favorece al ambiente y si es negativo es porque afecta al medio ambiente. Según la identificación de impactos ambientales se obtuvo como resultado el valor de -1 137 siendo un negativo en el ambiente (ver tabla 2), lo que se traduce en que se está afectando de manera negativa el distrito de Motupe, por los distintos elementos del ambiente. De las actividades del manejo de los residuos sólidos para el distrito de Motupe, la actividad de generación, disposición final y almacenamiento son las que representan mayor impacto negativo para el ambiente físico con un índice de -357 debido a que se ve afectado por el componente ambiental del agua generando líquidos residuales, en lo que respecta al componente del aire se registra la emisión de gases material particulado, un nivel de ruido y mal olor, en el componente del suelo se consideró la generación de RRSS sin tratamiento y la pérdida de la calidad del suelo generado por los lixiviados u otros, en el medio biológico se consideró un índice de -192 debido a que en el componente del paisaje se encontró contaminación ambiental y afectación del paisaje, el componente de la flora se consideró a la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de los árboles y plantas y en el componente de la fauna se consideró a la generación de insectos, en el medio socioeconómico se consideró un índice de -186 considerándose a la economía pudiéndose tener mayor empleo y al componente cultural y humano enfocándose en el turismo, educación y la salud de la población aledaña. Por los resultados de este análisis ambiental se pudo afirmar que es necesaria e importante la instalación de una planta de tratamiento de residuos aprovechables para disminuir los impactos ambientales del distrito de Motupe. En la tabla 2 se observa la identificación de impactos producidos por los residuos reaprovechables.

B. Realizar el estudio técnico y de ingeniería para la instalación de la planta de tratamiento de residuos aprovechables

El segundo objetivo se centró en llevar a cabo un estudio de mercado para evaluar la viabilidad comercial de los residuos sólidos inorgánicos procesados en el distrito de Motupe, específicamente papel, cartón, vidrio, plástico PET, tapitas y chatarra, con el propósito de Estimar el alcance de la instalación para el manejo de RRSS tratados.

Estos productos principales, derivados de la segregación de residuos sólidos inorgánicos, se obtuvieron del centro de acopio del municipio del distrito de Motupe. El análisis de mercado se basó en la demanda de residuos sólidos municipales y en el proceso de segregación de la población del distrito de Motupe. La disponibilidad de materia prima se calculó tomando en cuenta tanto a la población histórica como a los visitantes en el período de 2015 a 2021. Cabe destacar que, en 2021 el número de visitantes se redujo a 335 debido a las restricciones de movilización impuestas por el gobierno como medida de prevención del COVID-19 [23]. Además, se tuvo en cuenta la generación Per cápita de 0,311 en el distrito de Motupe.

En el análisis del mercado seleccionado, se consideraron los tipos de productos de la planta de tratamiento, y la demanda se identificó en empresas que adquieren materiales ecológicamente amigables como papel, cartón, vidrio, plástico, tapitas y chatarra.

Se observaron varios elementos que restringen el comercio, incluyendo:

Un manejo inadecuado de la segregación y la disposición final de la materia prima.

La falta de conformidad con las normativas establecidas por el Congreso de la República, como la Ley General del Ambiente N° 28611 y la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos D.L. N° 1278.

Tabla 2. Matriz de identificación de impactos ambientales

Sistema	Tipo de impactos		Acciones						Impacto total
	Componente ambiental	Factor ambiental	Generación	Segregación de basura	Almacenamiento	Servicio de barrido	Recolección y transporte	Disposición final	
Medio físico	Agua	Generación de líquidos residuales	-4/3	-2/2	-3/2	-2/2	-3/3	-4/5	-55
		Emisiones de gases	-1/2	-	-4/4	-3/4	-5/5	-5/5	-80
	Aire	Material particulado	-3/3	-4/3	-3/3	-4/3	-3/4	-2/2	-58
		Nivel del ruido	-	-2/2	-2/2	-2/2	-1/2	-1/2	-16
		Nivel de olor	-6/4	-5/4	-5/4	-4/4	-3/4	-5/6	-122
	Suelo	Generación de residuos sólidos sin tratamientos	-6/6	-5/5	-5/5	-	-	-3/3	-95
Pérdida de calidad del suelo		-4/4	-5/5	-5/5	-4/4	-	-5/5	-107	
Medio biológico	Paisaje	Contaminación visual	-7/6	-5/4	-5/4	-4/5	-5/5	-6/6	-163
		Afectación al paisaje	-6/5	-3/3	-3/3	-2/2	-3/3	-4/4	-77
	Flora	Pérdida de la biodiversidad	-6/5	-3/3	-3/3	-2/3	-2/3	-5/5	-85
		Deterioro de los árboles y plantas	-4/4	-3/3	-3/3	-1/2	-2/2	-	-40
	Fauna	Animales (Insectos)	-6/7	-	-2/3	-2/3	-3/4	-3/4	-78
	Economía	Nivel de empleo	-	+4/5	+3/4	+3/4	+4/4	+4/4	76
Medio socioeconómico	Cultural y humano	Turismo	-5/4	-5/5	-4/4	-1/2	-	-	-63
		Educación	-6/6	-4/4	-4/3	-	-	+4/4	-48
		Salud de la población	-6/7	-3/4	-3/4	-4/5	-4/5	-4/5	-126
Impacto total			-357	-170	-186	-112	-120	-192	-1 137

Fuente: Elaboración propia.

La limitada infraestructura de acceso. La carencia de las licencias y autorizaciones requeridas para operar como una empresa de RRSS.

En este estudio, se presentó la demanda histórica de RRSS municipales, incluyendo papel, cartón, vidrio recuperado, plástico, tapitas y chatarra, durante el período de 2015 a 2021, generados y segregados en la ciudad de Motupe. La demanda histórica se determinó tomando en cuenta el volumen total de RRSS aprovechables, según los pobladores y visitantes en la Ciudad de Motupe. El distrito de Motupe tiene una tasa de disposición de residuos aprovechables del 31,9%, según estudios realizados por la Municipalidad.

Para proyectar la demanda, se consideraron las proyecciones históricas de población y visitas para los próximos 8 años (2021-2028). Estas proyecciones se sumaron para obtener el total de habitantes por año y luego se calculó la proyección de la demanda. Según el Ministerio de Economía y Finanzas, la tasa de aumento anual de la generación per cápita de RRSS es del 1%. La demanda proyectada se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 3 Demanda proyectada

Periodo	Año	Pronóstico de población	Pronóstico de visitantes	Total (hab)	GPC (kg/hab/día)	Generación de residuos sólidos totales (t/día)	Generación de residuos sólidos anual (t/año)	Residuos reaprovechables (31.9%) t/día
1	2021	28 038	12 553	40 591	0,331	13,436	4 904,026	4,286
2	2022	28 307	12 822	41 129	0,341	14,025	5 119,084	4,474
3	2023	28 576	13 090	41 666	0,351	14,625	5 338,065	4,665
4	2024	28 845	13 359	42 204	0,361	15,236	5 560,971	4,860
5	2025	29 114	13 627	42 741	0,371	15,857	5 787,800	5,058
6	2026	29 383	13 896	43 279	0,381	16,489	6 018,552	5,260
7	2027	29 652	14 164	43 816	0,391	17,132	6 253,229	5,465
8	2028	29 921	14 433	44 354	0,401	17,786	6 491,829	5,674

Fuente: Elaboración propia

En este análisis se evaluó lo que la empresa puede proporcionar, teniendo en cuenta lo que el centro de acopio es capaz de recolectar, específicamente los residuos reaprovechables que ingresan a la planta de tratamiento de residuos aprovechables.

Se utilizó la información obtenida a través de la investigación realizada por la Municipalidad de Motupe para determinar que la cantidad de RRSS reaprovechables es de 5,41 toneladas por día. Se procedió a proyectar la oferta considerando la suma de la recolección de cartón, papel, vidrio recuperado, plástico, tapitas y chatarra. Los detalles de esta proyección de oferta se presentan en la tabla a continuación. [21]

Tabla 4 Oferta futura de residuos reaprovechables

Año	Residuos reaprovechables t/día 31,9%	Papel t/día 33,23%	Cartón t/día 18,50%	Plástico PET t/día 14,73%	Producto de vidrio recuperado t/día 12,23%	Chatarra t/día 8,46%	Tapitas t/día 2,77%	Oferta de la empresa t/día
2021	4,286	1,424	0,793	0,631	0,524	0,363	0,119	3,854
2022	4,474	1,487	0,828	0,659	0,547	0,378	0,124	4,023
2023	4,665	1,550	0,863	0,687	0,571	0,395	0,129	4,195
2024	4,860	1,615	0,899	0,716	0,594	0,411	0,135	4,370
2025	5,058	1,681	0,936	0,745	0,619	0,428	0,140	4,548
2026	5,260	1,748	0,973	0,775	0,643	0,445	0,146	4,730
2027	5,465	1,816	1,011	0,805	0,668	0,462	0,151	4,914
2028	5,674	1,885	1,050	0,836	0,694	0,480	0,157	5,102

Fuente: elaboración propia.

La demanda del proyecto está representada por lo que se va a vender al público en el periodo 2022 - 2028, en este caso las empresas que emplean estos productos reaprovechables, es por ello por lo que la demanda del proyecto es igual a la oferta. Tal como se indica en la tabla a continuación.

Tabla 5 Demanda del proyecto

Año	Demanda (t/día)	Oferta (t/día)	Demanda del proyecto (t/día)	Papel t/día 33,23%	Cartón t/día 8,50%	Plástico PET t/día 14,73%	Vidrio t/día 12,23%	Chatarra t/día 8,46%	Tapitas t/día 2,77%
2022	4,474	4,023	4,023	1,487	0,828	0,659	0,547	0,378	0,124
2023	4,665	4,195	4,195	1,550	0,863	0,687	0,571	0,395	0,129
2024	4,860	4,370	4,370	1,615	0,899	0,716	0,594	0,411	0,135
2025	5,058	4,548	4,548	1,681	0,936	0,745	0,619	0,428	0,140
2026	5,260	4,730	4,730	1,748	0,973	0,775	0,643	0,445	0,146
2027	5,465	4,914	4,914	1,816	1,011	0,805	0,668	0,462	0,151
2028	5,674	5,102	5,102	1,885	1,050	0,836	0,694	0,480	0,157

Fuente: elaboración propia.

Los pobladores de Motupe de bajo recursos económicos generan sus propios ingresos, mediante la recolección de los RRSS aprovechables que encuentran en los puntos críticos; es importante mencionar que se desconoce la cifra exacta de recicladores informales en Motupe.

Además, es necesario estimar el promedio de los precios, del papel, cartón, plástico PET, tapitas, vidrio recuperado y chatarra, que consideran algunas empresas de la capital, ya que estos datos serán necesarios para hallar el plan de ventas de la planta de tratamiento del distrito de Motupe. El precio que se considera para esta investigación es el precio promedio detallado en la tabla 6.

Tabla 6 Precio por kg en empresas de Lima

Material	Reciclaje Daniel & Destrucción	Reciclaje y Comercializadora Mana	Chatarrería Recipack	Residuos SAC	Reciclaje y Chatarra Gambini	Precio Promedio (S/kg)
Papel	0,95	--	--	0,94	0,91	0,94
Cartón	0,89	--	--	0,87	0,88	0,88
Plástico PET	0,83	--	--	0,81	0,85	0,85
Vidrio	0,93	0,91	--	0,95	--	0,95
Chatarra	1,8	--	1,9	1,9	1,87	1,9
Tapitas	--	--	--	--	--	1,20

Fuente: Elaboración propia

El plan de ventas es el documento en donde se estableció de forma oportuna los cálculos de las ventas que la empresa espera alcanzar en el periodo 2022-2028. Se realizó el plan de ventas en base a la demanda del proyecto para dicho periodo, ver anexo 1.

Establecer la estrategia de comercialización de los productos principales (cartón, papel, plástico PET, vidrio recuperado y chatarra) es clave para que estos se vendan con éxito.

El canal de distribución será indirecto - corto, ya que la planta de tratamiento de residuos aprovechables (productor) venderá estos RRSS aprovechables a los detallistas (plantas procesadoras) y estas venderán estos productos procesados a los consumidores finales. En el esquema a continuación se visualiza mejor la comercialización del producto.

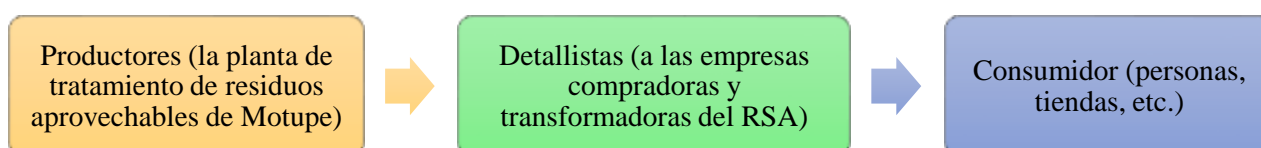


Figura 1 Canal de distribución

Fuente: Elaboración propia

La planta recicladora de cartón, papel, plástico PET, tapitas, vidrio recuperado y chatarra del distrito de Motupe, dispondrá de la materia prima proveniente del centro de acopio municipal. De la generación de residuos el 31,9% RRSS inorgánicos reaprovechables. En la tabla a continuación podrán ver la cantidad de residuos que recibirá la planta hasta el año 2028.

Tabla 7 Residuos recolectados en el periodo 2022 al 2028

Año	Recolección de residuos reaprovechables (t/día)
2022	4,023
2023	4,195
2024	4,370
2025	4,548
2026	4,730
2027	4,914
2028	5,102

Fuente: Elaboración propia

El plan de producción para los productos principales de esta planta de tratamiento de residuos aprovechables como lo es el cartón, papel, plástico PET, Producto de vidrio recuperado, tapitas y chatarra está en kilogramos/año y proyectados para el periodo 2022 – 2028. Tal como se aprecia en la tabla a continuación.

Tabla 8 Plan de producción 2022 - 2028

Año	Papel (kg/año)	Cartón (kg/año)	Plástico PET (kg/año)	Producto de vidrio recuperado (kg/año)	Chatarra (kg/año)	Tapitas (kg/año)
2022	542 641,807	302 102,721	240 539,086	199 714,394	138 150,758	45 233,759
2023	565 854,663	315 025,919	250 828,745	208 257,675	144 060,501	47 168,746
2024	589 483,452	328 180,676	261 302,776	216 954,036	150 076,136	49 275,000
2025	613 528,172	341 566,993	271 961,179	225 803,477	156 197,663	51 100,000
2026	637 988,825	355 184,871	282 803,954	234 805,998	162 425,081	53 290,000
2027	662 865,409	369 034,308	293 831,101	243 961,600	168 758,392	55 115,000
2028	688 157,926	383 115,306	305 042,619	253 270,281	175 197,594	57 305,000

Fuente: Elaboración propia

El requerimiento de materiales está enfocado en el empaquetado de los productos principales de la planta. Se obtiene los requerimientos de materiales para la demanda del proyecto.

Línea del papel y cartón

El papel y cartón se venden prensados – compactados en pacas, estos serán sujetos por zunchos de plástico. Cada paca tendrá una dimensión de 0,6 x 0,4 x 0,9 m de largo, ancho y alto respectivamente. Para calcular los metros de zunchos empleado por cada paca, se considerará las dimensiones de esta. El zuncho pasará dos veces, el primero por el largo y la altura de la paca, y el segundo por el ancho y la altura. Se muestra el cálculo de los metros de zuncho que se utiliza por paca en el anexo 2.

Línea del producto de vidrio recuperado

✓ *Requerimiento de sacos*

40 kg de vidrio triturado será empaquetado en sacos blancos de polipropileno.

En el anexo 2 se puede observar la cantidad de sacos a utilizarse por cada año.

✓ *Requerimiento de hilo pabilo*

Se obtuvo, de un molino de arroz, el dato de que para coser 1000 sacos de 40 kg se emplea 1 cono de pabito de medio kg.

Línea del plástico PET

Los plásticos PET, los cuales serán molidos, empaquetados y comercializados en forma de hojuelas en sacos de colores de 40 kg, ver detalle en el anexo 2.

✓ *Requerimiento de hilo pabito*

Se obtuvo, de un molino de arroz, el dato de que para coser 1000 sacos de 40 kg se emplea 1 cono de pabito de medio kg.

Línea de tapitas

✓ *Requerimiento de sacos*

40 kg de tapitas será empaquetado en sacos blancos de polipropileno. En el anexo 2 se muestra la forma de calcular la cantidad de sacos a emplearse por cada año.

Línea de chatarra

La chatarra se venderá prensados – compactados en pacas, estos serán sujetados por zunchos de plástico. Cada paca tendrá una dimensión de 0,6 x 0,4 x 0,9 m de largo, ancho y alto respectivamente. Para calcular los metros de zunchos empleado por cada paca, se considerará las dimensiones de esta. El zuncho pasará dos veces, el primero por el largo y la altura de la paca, y el segundo por el ancho y la altura. En el anexo 2 se muestra el cálculo de los metros de zuncho que se utiliza por paca.

La localización hace referencia en donde la planta está ubicada y va a desarrollar su actividad productiva. Determinar la localización y tamaño de la planta es una decisión esencial para lograr el éxito de esta.

La planta de tratamiento de residuos aprovechables de Motupe está ubicada estratégicamente para realizar sus actividades productivas sin dañar a la población y al medio ambiente que les rodea.

Mediante la matriz de ponderación para la localización de la tabla 9, en el cual resulta ganador con un puntaje de 4,81 el caserío salitral, es decir, en ese lugar se instalará la planta de tratamiento de RRSS aprovechables de la ciudad de Motupe. Se consideraron 8 factores relevantes: el mercado, mano de obra, materia prima, transporte, terreno, agua potable energía, y medio ambiente. Respecto al mercado se tuvo en cuenta la cercanía entre Lima (porque ahí se encuentran las empresas eco amigables que compran los productos terminados que saldrán de la planta) y Motupe. Lo que respecta al criterio de mano de obra se considera los datos brindados por la municipalidad distrital de Motupe de la cantidad de habitantes de Tongorrape, Salitral y Palo Blanco siendo 943, 600 y 609 habitantes respectivamente, se asume que a mayor cantidad de habitantes mayor probabilidad de obtener mano de obra. Para el criterio de materia prima se tuvo en cuenta los caseríos que tenían mayor cantidad de RRSS aprovechables, el caserío de salitral posee mayor acceso ya que se encuentra más cercano que los caseríos de Tongorrape y Palo Blanco. Para el criterio de transporte se tomó en cuenta los caseríos más cercanos al distrito de Motupe. En el criterio de servicios es importante mencionar que las 3 opciones cuentan con las mismas condiciones en salud, energía y agua. En cuanto al factor medio ambiente, el caserío Salitral se destaca por su alta concienciación en cuestiones ambientales, en parte debido a su proximidad al lugar turístico de la Cruz de Motupe.

Tabla 9 *Matriz de ponderación para la localización*

Factor relevante	Peso asignado	ALTERNATIVAS DE LOCALIZACIÓN					
		Caserío de Salitral		Caserío de Palo Blanco		Caserío de Tongorrape	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Mercado	10%	4	0,39	0	0,00	2	0,19
Mano de Obra	5%	2	0,10	2	0,10	4	0,19
Materia Prima	13%	6	0,77	2	0,26	4	0,52
Transporte	15%	4	0,58	4	0,58	2	0,29
Terreno	19%	6	1,16	2	0,39	2	0,39
Agua Potable	16%	4	0,65	4	0,65	4	0,65
Energía	5%	2	0,10	2	0,10	2	0,10
Medio Ambiente	18%	6	1,06	2	0,35	0	0,00
TOTAL	100%		4,81		2,52		2,33

Fuente: Elaboración Propia

La elección del caserío Salitral se justifica de manera objetiva, ya que se consideraron dos matrices: una de ponderación de factores y otra de enfrentamiento. Estas matrices ayudaron a determinar la ubicación más adecuada para la instalación de la planta de RRSS aprovechables. Se evaluaron ocho factores importantes: mercado, mano de obra, materia prima, transporte, terreno, suministro de agua potable, acceso a energía y consideraciones ambientales. Este enfoque permitió asignar valores y calificar el grado de cumplimiento de estos factores para cada ubicación, lo que resultó en la elección del lugar con la puntuación más alta.

Estratégicamente, se ha decidido instalar la Planta de Tratamiento de Residuos Aprovechables en el Caserío Salitral, ubicado en la ciudad de Motupe. Es relevante mencionar que la planta estará alejada de la zona urbana del caserío, y contará con servicios esenciales como electricidad y suministro de agua potable. Además, estará conectada a la Carretera Belaunde Terry y se encontrará en las proximidades del Botadero Municipal.

Esta decisión está sustentada por la disponibilidad del terreno, el cual representa una oportunidad estratégica debido a su ubicación y las condiciones favorables de su alquiler. El predio, que pertenece al Estado peruano, se encuentra bajo la gestión administrativa de la Municipalidad de Motupe, en cumplimiento de lo establecido por la Ley de Presupuesto Público. Dicha normativa permite a las municipalidades administrar la recaudación ordinaria, incluyendo los ingresos derivados de la renta de bienes estatales, lo que resulta en un beneficio económico directo para las arcas municipales.

El terreno en cuestión cuenta con una extensión de 700 metros cuadrados, un tamaño suficiente para albergar el proyecto propuesto, con capacidad para futuras ampliaciones si fuese necesario. Además, su localización dentro de la jurisdicción de Motupe lo posiciona estratégicamente para acceder a servicios públicos básicos, facilitar el transporte de bienes y personas, y promover el desarrollo económico local.

La viabilidad del alquiler se refuerza con el análisis económico realizado, que indica que las tasas actuales son competitivas y sostenibles en comparación con terrenos similares en la región. Esto no solo optimiza los costos iniciales del proyecto, sino que también asegura una colaboración a largo plazo con la municipalidad, fomentando una relación de mutuo beneficio.

En la sección de ingeniería y tecnología se detallarán los conocimientos y las técnicas utilizadas para el aprovechamiento de los RRSS, así como el uso de maquinaria en las distintas etapas del proceso de segregación de los productos principales.

Es importante resaltar que los productos principales, como el cartón, papel, vidrio, tapitas y chatarra, se separarán en el centro de acopio municipal de Motupe y solo experimentarán transformaciones físicas en la planta de tratamiento de residuos aprovechables. El objetivo final del proceso de segregación es satisfacer la demanda. Se proporciona un diagrama de análisis en la figura 2 para una comprensión más detallada.

A. Procesamiento de papel y cartón

✓ Prensado

El cartón y el papel serán procesados separadamente. Serán vendidos prensados – compactados, para ello se utilizará una prensa hidráulica compactadora vertical (modelo K2D), se eligió esa máquina por la calidad y su versatilidad

✓ Empaquetado y pesado

Se empaquetarán separadamente en pacas de 40 kg. estos serán sujetos por zunchos de plástico. Cada paca tendrá una dimensión de 0,6 x 0,4 x 0,9 m de largo, ancho y alto respectivamente. El zuncho pasará dos veces, el primero por el largo y la altura de la paca, y el segundo por el ancho y la altura. La cantidad de zuncho a utilizarse es de 0,14 m/kg. Una vez empaquetado se pesará para saber si el peso es el idóneo.

✓ Almacenamiento

Se utilizará un montacarga eléctrica Toyota de 3.2 t para transportar las pacas de la zona de empaquetado a la de almacenamiento. Además, las pacas se superpondrán hasta formar una columna de 4 filas.

B. Procesamiento de vidrio recuperado

✓ Triturado

Se utilizará palanas y montacargas para vaciar el vidrio transparente a la máquina trituradora vidrio TVL 103.

✓ Empaquetado y pesado

Los colaboradores de la planta utilizaran palanas para introducir 40 kg de vidrio triturado en sacos blancos de polipropileno y se utilizará hilo pabilo para amarrarlos.

✓ Almacenamiento

Los sacos serán colocados en pellet, gracias un montacarga eléctrica Toyota de 3.2 t.

C. Procesamiento de plástico PET

✓ Trituración

Con la ayuda de los colaboradores de la planta, se colocará manualmente el plástico PET por colores a la máquina trituradora de plástico Coparm serie TC100-15.

✓ Empaquetado

El plástico PET triturados serán empaquetados y comercializados en forma de hojuelas en sacos de colores de 40 kg y se utilizará hilo pabilo para amarrarlos. Una vez empaquetado se pesará para saber si el peso es el idóneo.

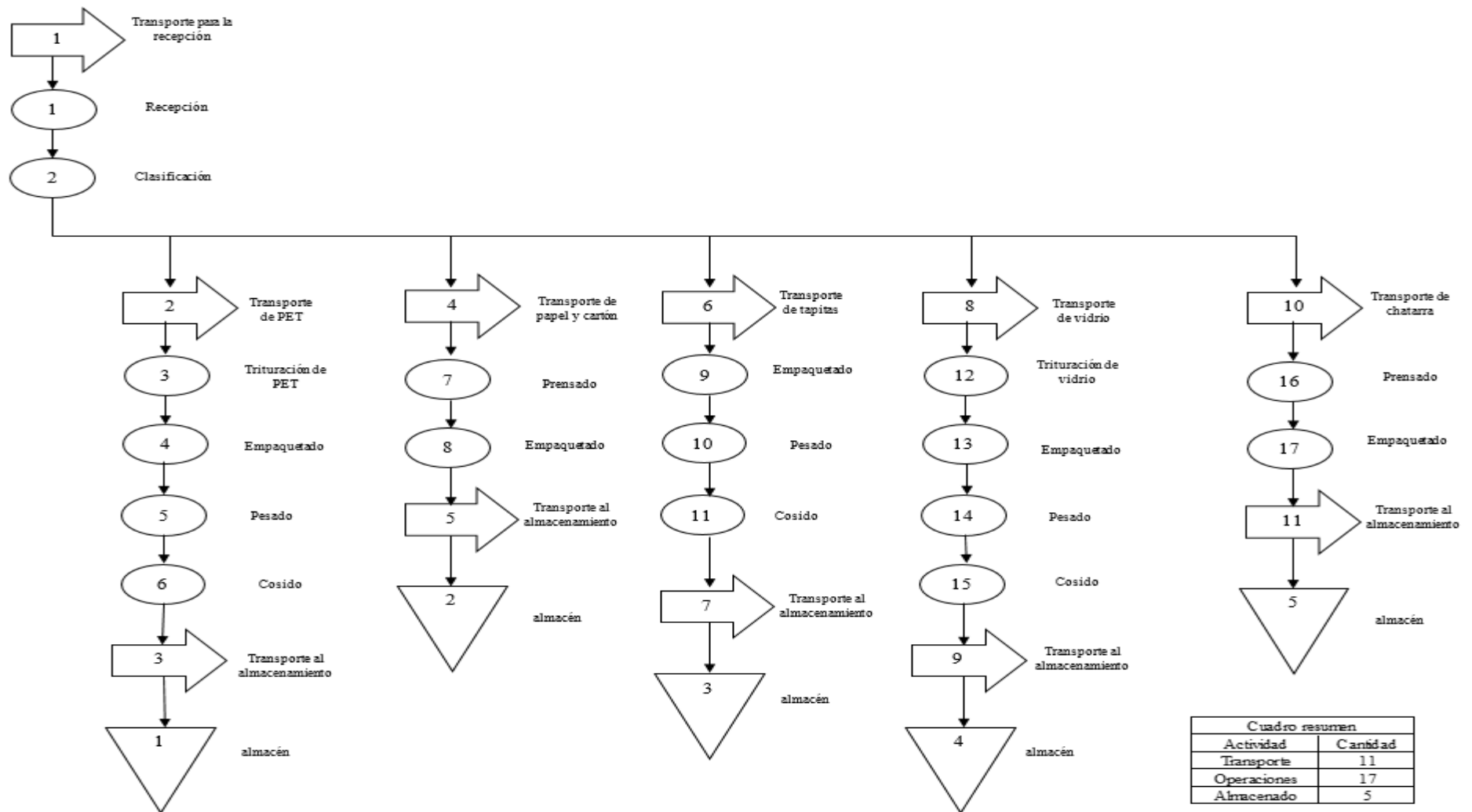


Figura 2 Diagrama de Análisis de la Producción (DAP)

Fuente: elaboración propia

✓ Almacenamiento

Los sacos de colores de polipropileno serán colocados por los colaboradores en los pellets del almacén.

D. Procesamiento de chatarra

✓ Prensado

Las chatarras se venderán prensados – compactados, para ello se utilizará una prensa hidráulica compactadora con motor diésel.

✓ Empaquetado y pesado

Con la ayuda de las máquinas empacadora de chatarra se Pac Machinery se empaquetará la chatarra en pacas, estos serán sujetos por zunchos de plástico. Cada paca tendrá una dimensión de 0,6 x 0,4 x 0,9 m de largo, ancho y alto respectivamente. El zuncho pasará dos veces, el primero por el largo y la altura de la paca, y el segundo por el ancho y la altura. Se utilizará 0,14 m/kg de zuncho. Una vez empaquetado se pesará para saber si el peso es el idóneo.

✓ Almacenamiento

Se utilizará un montacarga eléctrica Toyota de 3,2 t para transportar las pacas de la zona de empaquetado a la de almacenamiento. Además, las pacas se superpondrán hasta formar una columna de 4 filas.

E. Procesamiento de tapitas

✓ Empaquetado y pesado

Las tapitas de botellas están elaboradas de plástico de polipropileno (PP). Se empaquetará 40 kg de tapitas será empaquetado en sacos blancos de polipropileno y se utilizará hilo pabilo para amarrarlos. Una vez empaquetado se pesará para saber si el peso es el idóneo.

✓ Almacenamiento

Los sacos de colores de polipropileno serán colocados por los operarios en los pellets.

La capacidad de planta es la cantidad máxima disponible de los productos principales de la planta de tratamiento de residuos aprovechables en los futuros 7 años. Para calcular la capacidad de la planta se considerará que esta trabajará 322 días/año y 8 horas/día. En el anexo 3 se muestra la capacidad de la planta para el periodo 2022-2028.

Se establecerán indicadores de producción con la finalidad de medir el rendimiento y la eficiencia de los procesos en la planta de tratamiento de residuos aprovechables del distrito de Motupe. Estos indicadores serán de productividad, capacidad diseñada y real, y utilización.

Indicadores de productividad

Estos indicadores nos van a reflejar la eficiencia de nuestros recursos para poder maximizar la producción de la planta de tratamiento de residuos aprovechables del distrito de Motupe. (Ver Anexo 4)

Indicadores de capacidad real

La capacidad real de la planta de tratamiento de residuos aprovechables viene a ser la del primer año de producción, tal como se indica en el anexo 5.

Indicadores de capacidad diseñada

La capacidad diseñada es la cantidad, en t/día en este caso, que llega a producir la planta. Para determinar la capacidad la proyección de la demanda del año más alto siendo, es decir del año 2028. También es importante conocer que se trabajará 6 días por semana, 4 semanas al mes, 12 meses al año, 288 días al año. Tal como se puede ver en el anexo 6.

Indicadores de utilización

Para la utilización de los productos principales de la planta de tratamiento de residuos aprovechables será hallado mediante la capacidad real y la capacidad diseñada. (Ver tabla 10 y detalle en el Anexo 7)

Tabla 10. Indicadores de Utilización

Producto principal	Capacidad real (t/día)	Capacidad diseñada (t/día)	Utilización (número)	Utilización (porcentaje)
Papel	1,457	1,848	0,789	78,85%
Cartón	0,811	1,029	0,789	78,85%
Plástico PET	0,646	0,819	0,789	78,85%
Producto de vidrio recuperado	0,536	0,680	0,789	78,85%
Chatarra	0,371	0,470	0,789	78,85%
Tapitas	0,121	0,154	0,789	78,85%

Para el análisis de Tecnología se tomarán los siguientes ítems:

Requerimientos, selección de Maquinaria y/o equipos

En este apartado se mostrará dos modelos de máquinas o equipos y el proceso de selección de la mejor alternativa para la planta de tratamiento de residuos aprovechables, es decir, se elegirá 2 máquinas o equipos como opciones, luego se considerará criterios de selección de máquinas y equipos y mediante una matriz de enfrentamiento se elegirá a la máquina o equipo apta para cada etapa del proceso productivo (papel, cartón, plástico PET, vidrio, chatarra y tapitas), ver anexos 8-18.

A.1. Proceso de prensado

Se utilizará la prensa hidráulica compactadora en la etapa de prensado para el papel, cartón, y chatarra en pacas. Para la selección de la prensa se tendrá en cuenta los siguientes criterios: procedencia, costo, capacidad, garantía, vida útil y espacio requerido.

A.2. Proceso de triturado

- *Máquina trituradora*

Compararemos dos máquinas trituradoras, las cuales se emplearán en la trituración tanto de las botellas de plástico PET y del vidrio. Para la selección de la máquina trituradora se tendrá en cuenta los siguientes criterios: procedencia, costo, capacidad, garantía, vida útil y espacio requerido.

Materiales indirectos de producción

Los materiales indirectos de producción son aquellos equipos, herramientas o máquinas que sirven de apoyo en el proceso productivo. Empleando criterios de selección y una matriz de enfrentamiento seleccionaremos la mejor opción de montacargas, carritos móviles, balanza de plataforma, trimóviles y palanas.

- *Montacargas*

Se elegirá el montacarga para cargar el vidrio, plástico PET, tapitas y chatarra, para cargar los demás productos se utilizarán colaboradores con la finalidad de generar plazas de trabajo. Para la selección del montacarga se tendrá en cuenta los siguientes criterios: procedencia, costo, capacidad, garantía, vida útil y espacio requerido.

- *Carritos móviles*

Los carritos móviles se emplearán para el transporte de vidrio, plástico PET, tapitas y chatarra. para cargar los demás productos se utilizarán colaboradores con la finalidad de generar

plazas de trabajo. Para la selección del carrito móvil se tendrá en cuenta los siguientes criterios: procedencia, costo, capacidad, garantía, vida útil y espacio requerido.

- *Balanza de plataforma*

La balanza de plataforma se utilizará para, que después del empaquetado, se pese los productos y así puedan pasar al almacén de producto terminado. Para la selección de la balanza de plataforma se tendrá en cuenta los siguientes criterios: procedencia, costo, capacidad, garantía, vida útil y espacio requerido.

- *Trimóviles*

Los trimóviles trasladaran los productos principales del centro de acopio hasta la planta de tratamiento de residuos aprovechables. Para la selección del trimóvil se tendrá en cuenta los siguientes criterios: procedencia, costo, capacidad, garantía, vida útil y espacio requerido.

- *Palana o pala*

La palana por utilizar será la siguiente. Para la selección de modelo de la pala se consideró en cuenta los siguientes criterios: procedencia, costo, capacidad, garantía, vida útil y espacio requerido.

El requerimiento de energía viene a ser el consumo mensual que utilizará la planta de tratamiento de residuos aprovechables del distrito de Motupe, tanto del área de producción como de las áreas administrativas. En el área de producción solo se considerará a las máquinas que consumen electricidad como lo son la máquina trituradora, la prensa hidráulica compactadora, la cosedora y balanzas; se multiplicará la potencia de dichas máquinas o equipos por las 8 horas/día y se sumará para finalmente multiplicarse por 0,538 soles/kW [24], igualmente para hallar el consumo energético mensual de las áreas administrativas.

El consumo total de las maquinarias es de 2 609,3 kW-h/mes y 1 404,8 soles/mes. Y el consumo energético de las áreas administrativas es de 498,05 kW-h/mes y 267,94 soles/mes.

En este apartado, veremos la ordenación de los espacios indispensables a utilizarse para el flujo de materiales, proceso de segregación y almacenamiento del producto terminado, flujo de colaboradores y máquinas y equipos. (Ver anexo 19), donde se observa el plano de la planta de tratamiento de residuos aprovechables de Motupe.

Tabla 11 Área total de la planta m²

Nº	Nombre del área	m ²
1	Área de producción	102,32
2	Área de producto terminado	38,38
3	Área de oficinas administrativas	28,05
4	Área de gerencia	10,03
5	Área de servicios higiénicos para personal varón	3,35
6	Área de servicios higiénicos para personal damas	3,37
7	Área de servicios higiénicos de oficina - mujeres	2,25
8	Área de servicios higiénicos de oficina - varones	2,89
9	Área de la caseta de vigilancia	3,34
10	Área de comedor	34,31
11	Área del lactario	7,01
12	Área del vestidor de las mujeres	8,13
13	Área del vestidor de varones	9,48
14	Área de descarga	57,39
15	Área de maniobra	96,19
16	Área de estacionamiento	292,85
17	Áreas verdes	25,00
Total		699,33

Fuente: Elaboración Propia

La estructura organizacional de la planta será el sistema jerárquico elegido para organizar a los operarios y a los administrativos. En la planta de tratamiento de RRSS trabajarán 31 colaboradores y estará organizado por el gerente, la secretaria, asesor ambiental y el contador (tercerizados) y las diferentes áreas. Es importante mencionar que a pesar de tener una organización vertical habrá una política de igualdad en respeto y valorización del talento humano. En el anexo 20 se muestra el organigrama de la planta de tratamiento de residuos aprovechables.

C. Realizar un análisis económico ambiental de la propuesta

Se realizó una evaluación económica y financiera de la Planta de Tratamiento, asimismo los cálculos obtenidos serán usados para medir el grado de viabilidad que pueda presentar el proyecto.

Se consideró la inversión económica detallada en el anexo 21 y el detalle del préstamo en el anexo 22.

Se consideraron los costos de producción detallados en el anexo 23 el cual consta de materiales directos de fabricación, mano de obra directa y gastos generales de fabricación.

En los costos administrativos las cuales se detallaron en el anexo 24 son la mano de obra indirecta, gastos de suministros y otros gastos administrativos.

También se detalló los gastos comerciales en el anexo 25, el resumen de los costos en el anexo 26 y la depreciación de la máquinas y edificaciones en el anexo 27.

El Flujo de caja, para los próximos 7 años de la planta de tratamiento; se definen las entradas y salidas en efectivo requeridas para la ejecución de actividades de la empresa.

Valor actual neto (VAN)

Mide la rentabilidad del proyecto en valor monetario que excede a la rentabilidad deseada después de recuperar toda la inversión, En el presente proyecto el Valor actual neto sale positivo lo que quiere decir que este es rentable con un VAN de: S/1 574 384,66 soles.

Tasa de interés de retorno (TIR)

El TIR mide el rendimiento del flujo de caja y representa las ganancias de la empresa en un futuro la Tasa de interés de retorno tiene un 42,4% lo cual indica que el proyecto será rentable.

Tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR)

Es el porcentaje que establece la persona que invertirá en el proyecto asimismo hace referencia a las ganancias. El TMAR es de 15,06% menor al TIR. (Ver anexo 29).

Período de Recuperación

Este indicador permite conocer el tiempo de recuperación de la inversión incluyendo el costo de capital involucrado la inversión se recuperará después del 3 año.

Beneficio Costo

En los resultados del indicador costo beneficio se obtuvo un S/ 1,37 lo que nos dice que por cada sol invertido se ganarán 0,37 céntimos.

Tabla 12 Flujo de caja

	0 año	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año	6 año	7 año
<u>Inversión</u>								
Total Inversión	S/ 612 774,75							
<u>INGRESOS</u>								
Cuentas por cobrar (Ventas a crédito)								
Cobranzas ventas año (Contado)		S/ 1 486 887,54	S/ 1 550 492,86	S/ 1 615 401,79	S/ 1 681 071,30	S/ 1 748 276,90	S/ 1 816 142,58	S/ 1 885 544,34
TOTAL INGRESOS		S/ 1 486 887,54	S/ 1 550 492,86	S/ 1 615 401,79	S/ 1 681 071,30	S/ 1 748 276,90	S/ 1 816 142,58	S/ 1 885 544,34
<u>EGRESOS</u>								
Costos de Producción		S/ 566 982,55	S/ 571 314,08	S/ 575 734,37	S/ 580 206,47	S/ 584 783,17	S/ 589 404,82	S/ 594 131,08
Gastos administrativos		S/ 395 778,60	S/ 745 443,60	S/ 745 443,60	S/ 745 443,60	S/ 745 443,60	S/ 745 443,60	S/ 745 443,60
Gastos de comercialización		S/ 200,00	S/ 200,00	S/ 200,00	S/ 200,00	S/ 200,00	S/ 200,00	S/ 200,00
Amortización de préstamos		S/ 100 173,06	S/ 100 173,06	S/ 100 173,06	S/ 100 173,06	S/ 100 173,06	S/ 100 173,06	S/ 100 173,06
TOTAL EGRESOS		S/ 1 063 134,22	S/ 1 417 130,74	S/ 1 421 551,04	S/ 1 426 023,13	S/ 1 430 599,83	S/ 1 435 221,48	S/ 1 439 947,74
SALDO BRUTO (antes de impuestos)		S/ 423 753,33	S/ 133 362,13	S/ 193 850,76	S/ 255 048,17	S/ 317 677,06	S/ 380 921,09	S/ 445 596,60
Impuesto a la Renta		S/ 125 007,23	S/ 39 341,83	S/ 57 185,97	S/ 75 239,21	S/ 93 714,73	S/ 112 371,72	S/ 131 451,00
SALDO (después de impuestos)		S/ 298 746,09	S/ 94 020,30	S/ 136 664,78	S/ 179 808,96	S/ 223 962,33	S/ 268 549,37	S/ 314 145,60
Depreciación		S/ 22 702,16	S/ 22 702,16	S/ 22 702,16	S/ 22 702,16	S/ 22 702,16	S/ 22 702,16	S/ 22 702,16
SALDO FINAL	S/ 612 774,75	S/ 321 448,26	S/ 116 722,46	S/ 159 366,95	S/ 202 511,13	S/ 246 664,50	S/ 291 251,53	S/ 336 847,77
UTILIDAD ACUMULADA	S/ 612 774,75	-S/ 291 326,49	-S/ 174 604,03	-S/ 15 237,08	S/ 187 274,05	S/ 433 938,54	S/ 725 190,08	S/ 1 062 037,84
Valor actual neto (VAN)		S/1 574 384,66						
Tasa interna de retorno (TIR)		42,4%						
TMAR		15,06%						
BENEFICIO COSTO		2,57						
BENEFICIO COSTO		1,37						

Fuente: Elaboración Propia

Al implementarse el proyecto se elaboró la matriz de Leopold para realizar el diagnóstico de la situación de mejora del distrito de Motupe. Asimismo, se realizó una matriz de impactos ambientales con la matriz de Leopold en donde se identificó que en el medio físico el componente del agua ha disminuido notablemente los impactos negativos debido a que se ha reducido la generación de líquidos residuales sin embargo es importante mencionar que en la disposición final se producen lixiviados con un impacto menor. En el componente del aire los impactos negativos han disminuido significativamente en lo que respecta las emisiones de gases en la mayoría de las actividades manteniéndose el transporte de los residuos donde se presenta el mayor impacto en este componente. En el componente del suelo se consideró a los RRSS sin tratamiento, pero con la planta de tratamiento de RRSS se les realizará su tratamiento respectivo impactando menor en la pérdida del suelo para cultivos u otros usos. En el medio biológico el componente del paisaje flora y fauna ha mejorado debido a que ya no se acumularán los residuos como basura mejorando la contaminación visual y la afectación en el paisaje tampoco se tendrá la pérdida de la biodiversidad ni afectará al deterioro de las plantas y no se tendrán focos infecciosos lo cual son transmitidos por los animales generando problemas en la salud de la población. En lo que respecta al medio socioeconómico se generan mayor empleo para la población el turismo no se verá afectado por los RRSS y la educación mejora porque la población tendrá mayor conocimiento serán capacitadas en temas ambientales serán más educadas y respetarán el medio ambiente y por ende reducirán el riesgo de contraer enfermedades.

En la tabla 13 se puede ver a detalle los impactos positivos generados por la planta de tratamiento de residuos aprovechables.

Tabla 13. Matriz de identificación de impactos ambientales con la situación mejorada

Sistema	Tipo de impactos		Acciones						Impacto total	
	Componente ambiental	Factor ambiental	Generación	Segregación de basura	Almacenamiento	Servicio de barrido	Recolección y transporte	Disposición final		
Medio físico	Agua	Generación de líquidos residuales	-1/1	-	-	-	-	-1/2	-3	
	Aire	Emisiones de gases	-1/2	-	-	-	-	-	-2/2	-6
		Material particulado	-	-	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1	-4
		Nivel del ruido	-	-1/1	-1/1	-1/1	-	-	-1/2	-5
		Nivel de olor	-2/2	-	-	-	-	-	-1/1	-5
	Suelo	Generación de residuos sólidos sin tratamientos	-1/2	-1/2	-	-	-	-	-1/2	-6
		Pérdida de calidad del suelo	-1/2	-	-	-	-	-	-1/2	-4
Medio biológico	Paisaje	Contaminación visual	-1/2	-	-	-	-	-	-2	
		Afectación al paisaje	-1/2	-	-	-	-	-	-2	
	Flora	Pérdida de la biodiversidad	-1/2	-	-	-	-	-	-1/2	-4
		Deterioro de los árboles y plantas	-1/2	-1/2	-	-	-	-	-	-4
	Fauna	Animales (Insectos)	-1/2	-	-	-	-	-	-1/2	-4
Medio socioeconómico	Economía	Nivel de empleo	-	+5/6	+3/4	+3/4	+4/4	+4/4	+86	
	Cultural y humano	Turismo	-1/2	-1/2	-	-	-	-	-4	
		Educación	+5/5	+5/6	+5/6	+5/6	+5/6	+5/6	+175	
		Salud de la población	-2/2	-	-	-	-	-	-	
Impacto total			-2	+53	+40	+40	+45	+28	208	

Discusión

Al realizar el diagnóstico de la presente investigación se encontró un comportamiento similar durante la etapa de diagnóstico con un alto porcentaje de materiales inorgánicos aprovechables siendo este de 31,9% en los RRSS se encontró al papel con un 10,60% cartón con un 5,90% plástico PET con un 4,70% vidrio 3,90% chatarra 2,70% tapitas 2,77% y descarte 1,33%. Lo antes mencionado muestra concordancia con lo encontrado en la investigación de Fazenda y Tavares [7] el cual menciona que al realizar la caracterización de RRSS en la ciudad de Sumbe encontraron que el residuo de material inorgánico representa un 29% tales son: el papel y cartón un 10% el vidrio 8,8% el metal un 4,7% plástico 4,3% finalmente en la etapa de barrido se genera polvo y tejidos con 1,2% de residuos producidos; esto se debe a que la población tiene un comportamiento similar con lo que respecta a las carencias del manejo de RRSS urbanos en la etapa de posición de los puntos de recogida en ambas ciudades existe un alto porcentaje de materiales inorgánicos como lo es el papel y cartón.

En la presente investigación se determinó que se va a procesar 5 líneas de tratamientos de residuos entre una de ellas está el tratamiento del plástico PET en donde se consideró el almacenado triturado pesado y empaquetado con una capacidad real de 0,646 toneladas por día y un factor de utilización del 78,85%. Asimismo en la investigación de Jiménez Puerto y Chan [10] se determinó que la instalación de una planta de tratamiento del PET en el municipio de Tekax Yucatan Mexico tiene una capacidad real de 4,8 toneladas por día con un factor de utilización del 67% en la última investigación se tiene una capacidad real mucho mayor a la presente investigación debido a que el mercado en donde se tiene planificado cubrir es mucho mayor sin embargo el factor de utilización en ambos casos son aproximados debido que la planificar la capacidad diseñada no debe ser muy alejada de la producción real.

En lo que respecta a realizar la viabilidad económica del proyecto se obtuvo como resultado un valor actual neto (VAN) de 1 574 384,66; con una tasa interna de retorno (TIR) de 45,4% demostrando así la viabilidad del proyecto; generando utilidades a partir del tercer año, En concordancia con la investigación de Rodríguez Tenempapaguay [8] en donde demuestra la factibilidad económica financiera de una planta de tratamiento de plástico PET el cual resultó con un VAN de 8 646,18 dólares y un TIR de 94,19%, En ambas investigaciones los resultados económicos fueron positivos demostrando que se puede tener beneficios económicos con planta de tratamiento de residuos.

Conclusiones

- La instalación de una planta de tratamiento de residuos aprovechables en el distrito de Motupe resulta ser viable desde el punto de vista comercial, ambiental, técnico, económico y financiero, estimándose que la planta en funcionamiento logrará mejoras en las actividades del manejo de los RRSS para el distrito de Motupe, reduciendo así la magnitud del impacto ambiental en un 446,63%.
- Al realizar el diagnóstico de la situación actual de los residuos sólidos en el distrito de Motupe se encontró que el 31,90% de los residuos generados son aprovechables, constituyéndolos en 10,60% al papel, en 5,90% al plástico PET, en 4,70% al vidrio, al 3,90% a la chatarra y en 2,77% a las tapitas, siendo un potencial para realizar el tratamiento de los RRSS y obtener beneficios.

- En el estudio de viabilidad técnica y de ingeniería, se determinó como ubicación para la instalación de la planta de tratamiento de residuos aprovechables el caserío Salitral del distrito de Motupe. De acuerdo con el análisis técnico realizado se determinó que la planta de tratamiento de residuos aprovechables constará de 5 líneas de tratamiento de RRSS que estará operando durante todo el año; asimismo, tendrá una productividad de materia prima del 98% con un factor de utilización en base a su capacidad diseñada del 78,85% y también requerirá de una superficie total de aproximadamente 699,33 m² para su instalación.
- Se realizó el análisis económico-ambiental de la propuesta y se calculó que el proyecto de instalación de la planta de tratamiento de RRSS aprovechables cuenta con un valor actual neto (VAN) de S/ 1 574 384,66; con una tasa interna de retorno (TIR) de 42,4%, generando utilidades a partir del tercer año.

Recomendaciones

- Se sugiere realizar un estudio enfocado en el potencial de los residuos orgánicos para incrementar los ingresos económicos en la región, este análisis debería considerar la disponibilidad de residuos generados por empresas agroindustriales en Motupe, lo que constituye una ventaja competitiva. El estudio podría explorar su uso como materia prima para compostaje, biogás o biofertilizantes, evaluando su viabilidad técnica, económica y ambiental.
- Es recomendable llevar a cabo una investigación sobre la factibilidad del tratamiento térmico del plástico PET para su termo-transformación. Este estudio debería incluir el análisis de tecnologías como la pirólisis o la gasificación, con el objetivo de maximizar los beneficios económicos y facilitar una producción en ciclo cerrado. También sería importante evaluar el impacto ambiental de esta propuesta y las oportunidades de mercado para los productos derivados.
- Dada la creciente necesidad de servicios por parte de las empresas en Motupe y sus alrededores, se sugiere realizar una evaluación integral sobre la posibilidad de industrializar la gestión de RRSS. Este análisis debería contemplar aspectos normativos, tecnológicos y logísticos, así como su impacto en el cumplimiento de las regulaciones ambientales locales y nacionales. Además, podría explorar la implementación de plantas de clasificación, reciclaje o valorización energética para fomentar una economía circular.

Referencias

- [1] Ministerio del Ambiente, «En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables,» 17 Mayo 2018. [En línea]. Available: <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>.
- [2] El Peruano, «"Formalizar a 500,000 recicladores es generarles un autoempleo digno",» 25 Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://elperuano.pe/noticia-formalizar-a-500000-recicladores-es-generarles-un-autoempleo-digno-76943.aspx>.
- [3] Arbulú, Karla, «Perú solo recicla el 1.9% de residuos sólidos,» 25 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://infomercado.pe/peru-solo-recicla-el-1-9-de-residuos-solidos/>.
- [4] Gestión, «Perú solo recicla el 15% de la basura que genera diariamente,» 10 Setiembre 2017. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/empresas/peru-recicla-15-basura-genera-diariamente-143243-noticia/>.
- [5] Semana Sostenible, «"Crisis mundial por la basura: solo el 16% de los desechos son reciclados",» 09 julio 2019. [En línea]. Available: <https://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/crisis-mundial-por-la-basura-solo-el-16-de-los-desechos-son-reciclados/44932>.
- [6] Municipalidad distrital de Motupe, «Gestión de Residuos municipales de la provincia de Lambayeque,» Sigersol, Motupe.
- [7] A. J. Fazenda y M. . A. Tavares-Russo, «Caracterización de residuos sólidos urbanos en Sumbe: herramienta para gestión de residuos,» *Ciencias Houlguín*, vol. 22 , nº 4, Octubre -Diciembre 2016.
- [8] F. A. Rodríguez Tenempaguay, «Análisis de factibilidad económica financiera de una planta de tratamienro de polietileno (PET),en el Cantón Santa Elena.,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2015.
- [9] E. S. Cajamarca Cajamarca, W. R. Bueno Sagbalcela y J. S. Jimbo Días, «From zero to cash: Waste as a main source for an inclusive recycling business in Cuenca (Ecuador),» *Revista de Ciencias de la Administración y Ecnomía* , vol. 9, nº 17, p. 17, 2019.

- [10] V. M. Jiménez López, M. Puerto Salgado y M. Chan Magaña, «Proyecto de inversión para la instalación de una planta de tratamiento de envases PET en el municipio de Tekax, Yucatán, México,» *Revista Global de Negocios*, vol. 6, n° 2, p. 11, 2018.
- [11] Ministerio del Ambiente, «gob.pe,» 12 2016. [En línea]. Available: <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-2.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-2.pdf>. [Último acceso: 12 10 2020].
- [12] C. A. Rivas Arias, «Piensa un minuto antes de actuar: Gestión Integral de Residuos Sólidos,» Ministerio del Ambiente, Colombia.
- [13] Ministerio del Ambiente, «Ley General de Residuos Sólidos N°27314,» 20 Julio 2000. [En línea]. Available: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-residuos-solidos>.
- [14] Lluís Cuatrecasas, *Diseño avanzado de procesos y planta de producción flexible*, Barcelona: Profit, 2009.
- [15] G. Baca Urbina, *Evaluación de proyectos*, Mexico: Mc Graw Hill, 2010.
- [16] C. Rojas Rodriguez, *Diseño y control de producción*, Trujillo: Libertad E.I.R.L, 1996.
- [17] Ministerio del Ambiente, «Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental,» Ministerio del Ambiente, Perú, 2018.
- [18] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, *Metodología de la investigación*, Ciudad de México: Editorial Mc Graw Hill Education, 2018.
- [19] C. Bernal, *Metodología de la investigación*, Ciudad de México: Pearson Prentice Hall, 2015.
- [20] S. Palella y F. Martins, *Metodología de la investigación cuantitativa*, Caracas: Fedupel, 2012.
- [21] Municipalidad distrital de Motupe, «Estudio de Caracterización de Residuos sólidos Municipales del Distrito de Motupe,» Motupe, 2015.
- [22] A. Dávila, L. Castillo, I. Linares y V. Martinez, «Municipal solid waste management and its effect on air, water and soil,» *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, vol. 5, n° 15, 2021.
- [23] R. Noticias, «Tras 150 años suspenden festividad de la Cruz de Motupe por pandemia de la COVID-19,» 9 junio 2020. [En línea]. Available:

<https://rpp.pe/peru/lambayeque/coronavirus-en-peru-lambayeque-tras-150-anos-suspenden-festividad-de-la-cruz-de-motupe-por-pandemia-de-la-covid-19-noticia-1271712?ref=rpp>. [Último acceso: 11 marzo 2021].

- [24] Andina, «RPP noticias,» 5 marzo 2018. [En línea]. Available: <https://rpp.pe/economia/mercados/tarifas-electricas-suben-para-clientes-residenciales-e-industriales-noticia-1108462>. [Último acceso: 2021 marzo 2021].

Anexos

Anexo 1 Resumen del plan de ventas 2022-2028

Año	Ingresos por ventas de Papel (S/)	Ingresos por ventas de Cartón (S/)	Ingresos por ventas de Plástico PET (S/)	Ingresos por ventas de Producto de vidrio recuperado (S/)	Ingresos por ventas de Chatarra (S/)	Ingreso por venta de Tapitas (S/)	Total de ingresos por residuos sólidos reaprovechables (S/)
2022	S/510 083,30	S/265 850,39	S/204 458,22	S/189 728,67	S/262 486,44	S/54 280,51	S/1 486 887,54
2023	S/531 903,38	S/277 222,81	S/213 204,43	S/197 844,79	S/273 714,95	S/56 602,49	S/1 550 492,86
2024	S/554 114,44	S/288 798,99	S/222 107,36	S/206 106,33	S/285 144,66	S/59 130,00	S/1 615 401,79
2025	S/576 716,48	S/300 578,95	S/231 167,00	S/214 513,30	S/296 775,56	S/61 320,00	S/1 681 071,30
2026	S/599 709,50	S/312 562,69	S/240 383,36	S/223 065,70	S/308 607,65	S/63 948,00	S/1 748 276,90
2027	S/623 093,48	S/324 750,19	S/249 756,44	S/231 763,52	S/320 640,94	S/66 138,00	S/1 816 142,58
2028	S/646 868,45	S/337 141,47	S/259 286,23	S/240 606,77	S/332 875,43	S/68 766,00	S/1 885 544,34
Total de ingresos							S/11 783 817,31

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Cálculos de materiales directos de producción

Línea del papel y cartón

- ✓ El zuncho pasa dos veces por el largo y dos veces por la altura de la paca:

$$\text{Zuncho} = (2 * \text{largo de la paca}) + (2 * \text{altura de la paca})$$

$$\text{Zuncho} = (2 * 0,6 \text{ m}) + (2 * 0,9 \text{ m})$$

$$\text{Zuncho} = (1,2 \text{ m}) + (1,8 \text{ m})$$

$$\text{Zuncho} = 3 \frac{\text{m}}{\text{paca}}$$

Una paca pesa 40 kg, entonces:

$$\text{Zuncho} = 3 \frac{\text{m}}{\text{paca}} \times \frac{1 \text{ paca}}{40 \text{ kg}}$$

$$\text{Zuncho} = 0,075 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

- ✓ El zuncho pasa dos veces por el ancho y dos veces por la altura de la paca:

$$\text{Zuncho} = (2 * \text{ancho de la paca}) + (2 * \text{altura de la paca})$$

$$\text{Zuncho} = (2 * 0,4 \text{ m}) + (2 * 0,9 \text{ m})$$

$$\text{Zuncho} = (0,8 \text{ m}) + (1,8 \text{ m})$$

$$\text{Zuncho} = 2,6 \frac{\text{m}}{\text{paca}}$$

Una paca pesa 40 kg, entonces:

$$\text{Zuncho} = 2,6 \frac{\text{m}}{\text{paca}} \times \frac{1 \text{ paca}}{40 \text{ kg}}$$

$$\text{Zuncho} = 0,065 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

- ✓ Según lo calculado la cantidad de zuncho a emplearse por kg:

$$\text{Zuncho} = 0,075 \frac{\text{m}}{\text{kg}} + 0,065 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

$$\text{Zuncho} = 0,14 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

Línea del producto de vidrio recuperado

- ✓ Requerimiento de sacos

$$1 \text{ saco} \dots \dots \dots 40 \text{ kg}$$

$$\times \dots \dots \dots 199 \ 714,394 \text{ kg}$$

$$X = 4 \ 992 \frac{\text{sacos}}{\text{año 2022}}$$

Línea del plástico PET✓ *Requerimiento de sacos*

$$\begin{aligned}
 &1 \text{ saco} \dots \dots \dots 40 \text{ kg} \\
 &\times \dots \dots \dots 240\,539,086 \text{ kg} \\
 &X = 6\,013 \frac{\text{sacos}}{\text{año } 2022}
 \end{aligned}$$

Línea de tapitas✓ *Requerimiento de sacos*

$$\begin{aligned}
 &1 \text{ saco} \dots \dots \dots 40 \text{ kg} \\
 &\times \dots \dots \dots 45\,233,759 \text{ kg} \\
 &X = 1\,130 \frac{\text{sacos}}{\text{año } 2022}
 \end{aligned}$$

Línea de chatarra✓ *El zuncho pasa dos veces por el largo y dos veces por la altura de la paca:*

$$\text{Zuncho} = (2 * \text{largo de la paca}) + (2 * \text{altura de la paca})$$

$$\text{Zuncho} = (2 * 0,6 \text{ m}) + (2 * 0,9 \text{ m})$$

$$\text{Zuncho} = (1,2 \text{ m}) + (1,8 \text{ m})$$

$$\text{Zuncho} = 3 \frac{\text{m}}{\text{paca}}$$

Una paca pesa 40 kg, entonces:

$$\text{Zuncho} = 3 \frac{\text{m}}{\text{paca}} \times \frac{1 \text{ paca}}{40 \text{ kg}} = 0,075 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

✓ *El zuncho pasa dos veces por el ancho y dos veces por la altura de la paca:*

$$\text{Zuncho} = (2 * \text{ancho de la paca}) + (2 * \text{altura de la paca})$$

$$\text{Zuncho} = (2 * 0,4 \text{ m}) + (2 * 0,9 \text{ m})$$

$$\text{Zuncho} = (0,8 \text{ m}) + (1,8 \text{ m}) = 2,6 \frac{\text{m}}{\text{paca}}$$

Una paca pesa 40 kg, entonces:

$$\text{Zuncho} = 2,6 \frac{\text{m}}{\text{paca}} \times \frac{1 \text{ paca}}{40 \text{ kg}} = 0,065 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

✓ *Según lo calculado la cantidad de zuncho a emplearse por kg:*

$$\text{Zuncho} = 0,075 \frac{\text{m}}{\text{kg}} + 0,065 \frac{\text{m}}{\text{kg}} = 0,14 \frac{\text{m}}{\text{kg}}$$

Anexo 3. Capacidad de Planta

Año	Papel t/día	Cartón t/día	Plástico PET t/día	Vidrio t/día	Chatarra t/día	Tapitas t/día
2022	1,487	0,828	0,659	0,547	0,378	0,124
2023	1,550	0,863	0,687	0,571	0,395	0,129
2024	1,615	0,899	0,716	0,594	0,411	0,135
2025	1,681	0,936	0,745	0,619	0,428	0,140
2026	1,748	0,973	0,775	0,643	0,445	0,146
2027	1,816	1,011	0,805	0,668	0,462	0,151
2028	1,885	1,050	0,836	0,694	0,480	0,157

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Indicadores de Productividad

- *Productividad del Papel*

Año	Producción obtenida (t/día)	Cantidad de recursos empleados (t/día)	Productividad (número)	Productividad (porcentaje)
2022	1,457	1,487	0,98	98%
2023	1,519	1,550	0,98	98%
2024	1,583	1,615	0,98	98%
2025	1,647	1,681	0,98	98%
2026	1,713	1,748	0,98	98%
2027	1,780	1,816	0,98	98%
2028	1,848	1,885	0,98	98%

Fuente: Elaboración Propia

- *Productividad del Cartón*

Año	Producción obtenida (t/día)	Cantidad de recursos empleados (t/día)	Productividad (número)	Productividad (porcentaje)
2022	0,811	0,828	0,98	98%
2023	0,846	0,863	0,98	98%
2024	0,881	0,899	0,98	98%
2025	0,917	0,936	0,98	98%
2026	0,954	0,973	0,98	98%
2027	0,991	1,011	0,98	98%
2028	1,029	1,050	0,98	98%

Fuente: Elaboración Propia

- *Productividad del plástico PET*

Año	Producción obtenida (t/día)	Cantidad de recursos empleados (t/día)	Productividad (número)	Productividad (porcentaje)
2022	0,646	0,659	0,98	98%
2023	0,673	0,687	0,98	98%
2024	0,702	0,716	0,98	98%
2025	0,730	0,745	0,98	98%
2026	0,759	0,775	0,98	98%
2027	0,789	0,805	0,98	98%
2028	0,819	0,836	0,98	98%

Fuente: Elaboración Propia

- *Productividad del Producto de vidrio recuperado*

Año	Producción obtenida (t/día)	Cantidad de recursos empleados (t/día)	Productividad (número)	Productividad (porcentaje)
2022	0,536	0,547	0,98	98%
2023	0,559	0,571	0,98	98%
2024	0,583	0,594	0,98	98%
2025	0,606	0,619	0,98	98%
2026	0,630	0,643	0,98	98%
2027	0,655	0,668	0,98	98%
2028	0,680	0,694	0,98	98%

Fuente: Elaboración Propia

- *Productividad de la chatarra*

Año	Producción obtenida (t/día)	Cantidad de recursos empleados (t/día)	Productividad (número)	Productividad (porcentaje)
2022	0,371	0,378	0,98	98%
2023	0,387	0,395	0,98	98%
2024	0,403	0,411	0,98	98%
2025	0,419	0,428	0,98	98%
2026	0,436	0,445	0,98	98%
2027	0,453	0,462	0,98	98%
2028	0,470	0,480	0,98	98%

Fuente: Elaboración Propia

- *Productividad de las tapitas*

Año	Producción obtenida (t/día)	Cantidad de recursos empleados (t/día)	Productividad (número)	Productividad (porcentaje)
2022	0,121	0,124	0,98	98%
2023	0,127	0,129	0,98	98%
2024	0,132	0,135	0,98	98%
2025	0,137	0,140	0,98	98%
2026	0,143	0,146	0,98	98%
2027	0,148	0,151	0,98	98%
2028	0,154	0,157	0,98	98%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5. Indicadores de Capacidad real

Producto principal	Capacidad real (t/día)
Papel	1,457
Cartón	0,811
Plástico PET	0,646
Producto de vidrio	
recuperado	0,536
Chatarra	0,371
Tapitas	0,121

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Indicadores de Capacidad diseñada

Producto principal	Capacidad diseñada (t/día)
Papel	1,848
Cartón	1,029
Plástico PET	0,819
Producto de vidrio	
recuperado	0,680
Chatarra	0,470
Tapitas	0,154

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Indicadores de Utilización

Producto principal	Capacidad real (t/día)	Capacidad diseñada (t/día)	Utilización (número)	Utilización (porcentaje)
Papel	1,457	1,848	0,789	78,85%
Cartón	0,811	1,029	0,789	78,85%
Plástico PET	0,646	0,819	0,789	78,85%
Producto de vidrio				
recuperado	0,536	0,680	0,789	78,85%
Chatarra	0,371	0,470	0,789	78,85%
Tapitas	0,121	0,154	0,789	78,85%

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8. Comparativo de máquinas compactadoras

Criterio	Compactadora PH4	Compactadora H50	Compactadora V5 LCC
Capacidad de compactación	Hasta 70 kg por ciclo	Hasta 50 kg por ciclo	Hasta 60 kg por ciclo
Materiales compatibles	Papel, plástico, cartón, aluminio y otros metales	Papel, plástico, cartón	Cartón, plástico
Fuerza de compactación	50 toneladas	30 toneladas	5 toneladas
Consumo energético	2.5 kW/h	3.2 kW/h	2.8 kW/h
Ciclos por hora	6 ciclos	5 ciclos	5 ciclos
Dimensiones	0.60 m (altura) x 0.75 m (ancho) x 0.50 m (profundidad)	2.5 m x 1.5 m x 1.2 m	2.15 m x 0.87 m x 0.655 m
Peso de la máquina	800 kg	850 kg	900 kg
Costo aproximado	\$18,000	\$15,000	\$16,500
Nivel de ruido	65 dB	70 dB	70 dB
Garantía	2 años	1 año	1.5 años

Anexo 9. Características de la máquina hidráulica compactadora PH4 GLS

PH4 GLS 50/70

COMPACTADORA HIDRAULICA PARA PAPEL - CARTON - PLASTICO - TEJIDO

Con la compra de la compactadora va incluido una carretilla para la extracción de la bala y un útil para fijar la cuerda en su sitio

FUNCIONAMIENTO

Manual y automático

MATERIAL A COMPACTAR

Papel - Plástico - Tejido

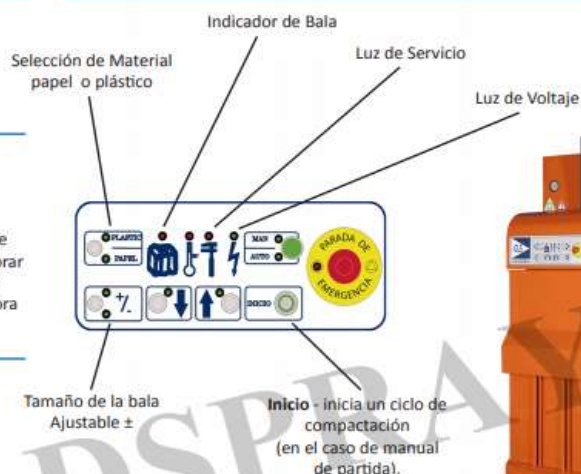
Funcionamiento silencioso contribuye a un mejor ambiente de trabajo

Gracias a una hidráulica silenciosa, el sonido de emisión es muy bajo, lo que contribuye a mejorar el entorno de trabajo para los empleados y es una característica importante si la compactadora se instala cerca del paso de los clientes.

Dimensión de las balas

Indica el tamaño de la bala seleccionada (mayor o menor).

El tamaño de la bala se puede ajustar. Dispone de cuchillas para cortar las cuerdas. Dispone de tres carretes de cuerda. Póngase en contacto con su distribuidor local para obtener más información.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Peso total.	550 Kg.
Altura de transporte.	2050mm.
Dimensiones	
Altura.	2050mm.
Ancho.	900mm.
Profundidad.	700mm.
Ancho con puerta abierta.	1680mm.
Espacio recomendado para la máquina en funcionamiento (área de trabajo):	
Altura.	2150mm.
Ancho con puerta abierta.	2300mm.
Profundidad.	1300mm.
Apertura de llenado	
Altura.	400mm.
Ancho.	750mm.

Dimensiones de la bala.

Altura Aprox.	600mm.
Profundidad.	500mm.
Ancho.	750mm.
Peso (Papel):	Máx. 50kg
Peso (Plástico):	Máx. 70kg
Nivel de ruido:	< 60 db (± 1.0)

Pinturas:

Tres capas de dos componentes Base Agua

Colores:

Naranja
Negro

PH4 GLS PREPARADA PARA:

Papel:	Plástico:
+ Cartón	+ Film retráctil
+ Rallado	+ Bolsas de plástico
+ Sacos de papel	+ Tejido
Cuerda	Otros metales
+ Polietileno	+ Flejes de acero
	Otros plásticos
	+ Flejes de plástico

GOLDSPRAY S.L

Pol. Ind. Masia del Juez - C/ Rajolers, 39
Tel. +34 96 156 58 36 - Mvl. 672 645 248
46.909 TORRENT - Valencia
Email: comercial@goldspray.com

<https://www.youtube.com/watch?v=WRDQR-tefhs>

<https://www.youtube.com/user/GOLDSPRAYSL>

WWW.GOLDSPRAY.COM

Anexo 10. Comparativo de las máquinas trituradoras

Criterio	Trituradora JESSER	Trituradora NASER	Compactadora AK12-22
Dimensiones (mm)	No especificadas	1105 x 850 x 1220	1200 x 800 x 1500
Capacidad/Rendimiento	Hasta 70 kg por ciclo	150-400 kg/h	Hasta 2 toneladas por hora
Peso	No especificado	No especificado	350 kg
Capacidad/Rendimiento	Hasta 70 kg por ciclo	150-400 kg/h	Hasta 2 toneladas por hora
Reducción	No especificada	No especificada	5:1
Materiales procesados	Papel, plástico, cartón, aluminio y otros metales	Plásticos (PET, PP, PVC)	Vidrio, papel, cartón
Potencia (kW)	No especificada	7.5 kW	1.5 kW
Altura de llenado (mm)	1800 mm	1500 mm	1650 mm
Nivel de ruido	75 dB	68 dB	70 dB
Tamaño ajustable	2 a 18 mm	2 a 10 mm	2 a 15 mm
Certificación	No especificada	ISO9001, CE, SGS	IP54
Garantía	No especificada	1 año	2 años

Anexo 11. Máquina trituradora Dongguan Naser Machinery LTD



Detalles rápidos

Lugar del origen:	China	Condición:	Nuevo
Tipo de plástico:	PET PP PVC etc.	Marca:	NASER
Uso:	Trituradora de residuos plásticos	Diseño del eje:	Doble
Voltaje:	380 v/3 p/50 hz o opcional	Dimensión (L*W*H):	1105*850*1220 MM
Certificación:	ISO9001... CE SGS	Garantía:	1 año
Servicio postventa ...	Video de apoyo técnico, Libre de españa a, Apoyo en línea	Industrias aplicable...	Planta de fabricación
Clave de puntos de ...	Automática	After-sales Service ...	Engineers available to service machinery overseas
Into size:	400*250mm	Voltage:	380V/3P/50Hz(customized)
Product name:	home plastic shredder/glass crusher machine for sale	Blades material:	Cr12MoV/ SKD-11
Material of crushin...	45# steel or stainless steel	Motor:	Taiwan Guanhua
Electric:	Schneider Electric	Capacity:	150-400kg/h
Power:	7.5kw		

Supply Ability

Supply Ability 500 Set/s per Month

Embalaje y envío

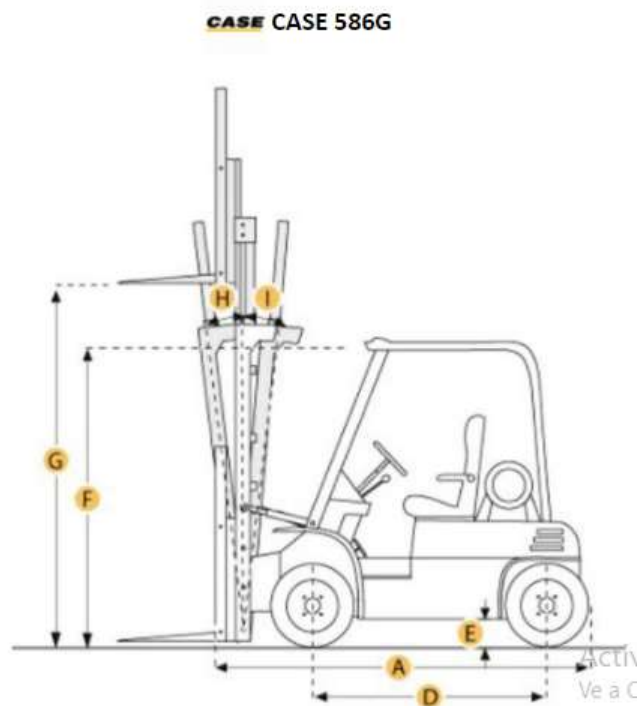
Paquete wooden case package
Puerto shenzhen or Guangzhou

Fuente: Dongguan Naser Machinery LTD, 2021.

Anexo 12. Comparativo de los Montacargas

Criterio	CASE 586G	Modelo XZ-222	Modelo Perkins
Peso operativo (kg)	6060	5000	6200
Ancho total (cm)	211	200	215
Altura con mástil abajo (cm)	322.48	300	325
Distancia entre ejes (cm)	215	210	220
Distancia libre al suelo (cm)	30.5	28	32
Altura máxima de horquilla (cm)	457	400	460
Radio de giro (cm)	350.52	340	360
Potencia del motor (HP)	73	70	75
Torque (Lb ft)	199	190	210
Capacidad de carga (kg)	2721.6	2500	3000
Velocidad de elevación (m/min)	32	28	35
Marca del motor	Case	Genérica	Perkins
Desplazamiento del motor (L)	3.9	3.5	4.0

Anexo 13. Montacarga CASE 586G 4-390



Peso operativo	6060 Kg
B. Ancho total	211 cm
C. Altura con el mástil abajo	322.48 cm
D. Distancia entre ejes	215 cm
E. Distancia libre de piso a máquina	30.5 cm
G. Altura máxima de la horquilla	457 cm
H. Punta del Mástil adelante	45 grado
I. Punta del mástil atrás	15 grado
Radio de giro	350.52 cm
Número de ruedas adelante	2
Número de ruedas atrás	2
Desplazamiento de motor	3.9 Lt
Marca de motor	Case
Medición de Torque	1200 rpm
Modelo	4-390
Potencia	73 Hp
Revoluciones del motor	2200 rpm
Torque	199 Lb ft
Capacidad de carga	2721.6 Kg
Carga central	60.96 cm
Velocidad de elevación	32 m/min

Fuente: Obraplaza 2021.

Anexo 14. Cuadro comparativo de Balanzas

Criterio	CAS EB 75	Balanza JEZ 54	Balanza YSA-098
Capacidad de Pesaje	Hasta 60 kg	Hasta 30 kg	Hasta 75 kg
Precisión	±0.01 kg	±0.02 kg	±0.05 kg
Pantalla	LCD retroiluminada	LED	LCD táctil
Impresora Integrada	Sí, opcional	No	Sí
Conexiones	USB y Serial	Wi-Fi	Bluetooth
Material	Acero inoxidable	Plástico reforzado	Acero inoxidable
Precio Aproximado	\$350	\$250	\$400

Anexo 15. Balanza de plataforma CAS EB 75



BALANZA ELECTRÓNICA CAS EB
DESCRIPCIÓN. El versátil Serie EB Precio Escala de computación con el tiqueta CAS DLP-50 opcional Impresora o CAS DEP-50 Recibo La impresora produce nítidas, limpias recibos y etiquetas. La simplicidad del diseño y una construcción robusta son las principales características de nuestro nuevo banco de [...] [CONTACTENOS](#)

BALANZA ELECTRÓNICA CAS EB

DESCRIPCIÓN.

El versátil Serie EB Precio Escala de computación con el tiqueta [CAS DLP-50](#) opcional Impresora o [CAS DEP-50](#) Recibo La impresora produce nítidas, limpias recibos y etiquetas.

La simplicidad del diseño y una construcción robusta son las principales características de nuestro nuevo banco de acero inoxidable de la serie EB escala. Un marco simple y de diseño de puentes con la plataforma de despegue simplifica la limpieza al proporcionar acceso directo a todos los componentes. Seleccione la escala de tamaño y capacidad que necesita y hacerlo coincidir con el indicador de cardenal que mejor se adapte a su aplicación.



EB Series Display and Keyboard



EB TB Display



Receipt/Label Samples

Fuente: Importaciones Luna 2021.

Anexo 16. Comparativo de Trimóviles

Criterio	Zongshen ZS250-CM	Trimóvil YS3000-RR9	Trimóvil ZTP4500-MR
Cilindrada	229 cc	200 cc	250 cc
Motor	Monocilíndrico, 4 tiempos	Monocilíndrico, 4 tiempos	Monocilíndrico, 4 tiempos
Potencia	14.87 HP	13 HP	15 HP
Torque	18.9 Nm a 5,500 rpm	16 Nm a 5,000 rpm	19 Nm a 5,500 rpm
Capacidad de Carga	462 kg	400 kg	500 kg
Consumo de Combustible	4.3 L/100 km	4.8 L/100 km	4.5 L/100 km
Capacidad del Tanque	18 litros	16 litros	20 litros
Suspensión Delantera	Telescópica con resorte	Telescópica	Horquillas reforzadas
Frenos	Tambor delantero y trasero	Tambor delantero, disco trasero	Disco delantero y trasero
Dimensiones (LxAxH)	3700x1390x1500 mm	3600x1400x1450 mm	3800x1500x1550 mm
Peso Total	462 kg	450 kg	480 kg
Precio Aproximado	\$3,000	\$2,800	\$3,200

Anexo 17. Trimóviles Zongshen ZS250-CM



[DETALLES](#)
[ENAMÓRATE](#)
[COTIZADOR](#)

MODELO

ZS250-CM

Motor
Monocilíndrico de 4 tiempos OHV y una potencia 14.87HP le permitirán realizar todo tipo de trabajos de fuerza sin preocuparse por el terreno.

Categoría
Trimóviles carga

Colores

✓

Ficha Técnica [↓](#)

[Accede al crédito directo](#)



Activar Win
Ve a Configurac

¿Por qué elegir una MOTO FURGÓN ZS250-CM?

Ficha Técnica

Cotizador

CILINDRADA	: 229 c.c.
MOTOR	: Monocilíndrico /4 tiempos/OHV
POTENCIA	: 16.1 Hp a 6,500 rpm /12kw a 6,500rpm
TORQUE	: 18.9 Nm a 5,500 rpm
DIÁMETRO X CARRERA	: 67m.m. x 65 m.m.
REFRIGERACIÓN	: Líquida y ventilador de aire.
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	: ≤4.3L/100 km
ENCENDIDO	: CDI.
ARRANQUE	: Eléctrico / Pedal.
EMBRAGUE	: Mecánico multidisco húmeda.
CAPACIDAD DE TANQUE	: 18 lts.
TRANSMISIÓN	: Diferencial/5 velocidades/ruster (L-H) /reversa.

BASTIDOR/CHASIS	: Estructura en tubos rectangulares.
BATERÍA	: 12V - 18Ah
FARO DELANTERO	: 12V 35w/35w
FARO POSTERIOR	: Doble faro posterior semi-hermético /12V 21W/5W
FRENO DELANTERO	: Tambor de zapatas expandibles.
FRENO POSTERIOR	: Doble tambor posterior de zapatas expandibles.
NEUMÁTICO DELANTERO	: 5.0-12
NEUMÁTICO POSTERIOR	: 5.0-12
SUSPENSIÓN DELANTERA	: Horquillas telescópica con resorte externo.
SUSPENSIÓN POSTERIOR	: 16 hojas de muelles/resortes /amortiguadores hidráulicos.
PESO	: 462 kg.
LARGOXANCHOXALTO	: 3700/1390/1500 m.m.

Activar Windows
Ve a Configuración para ac

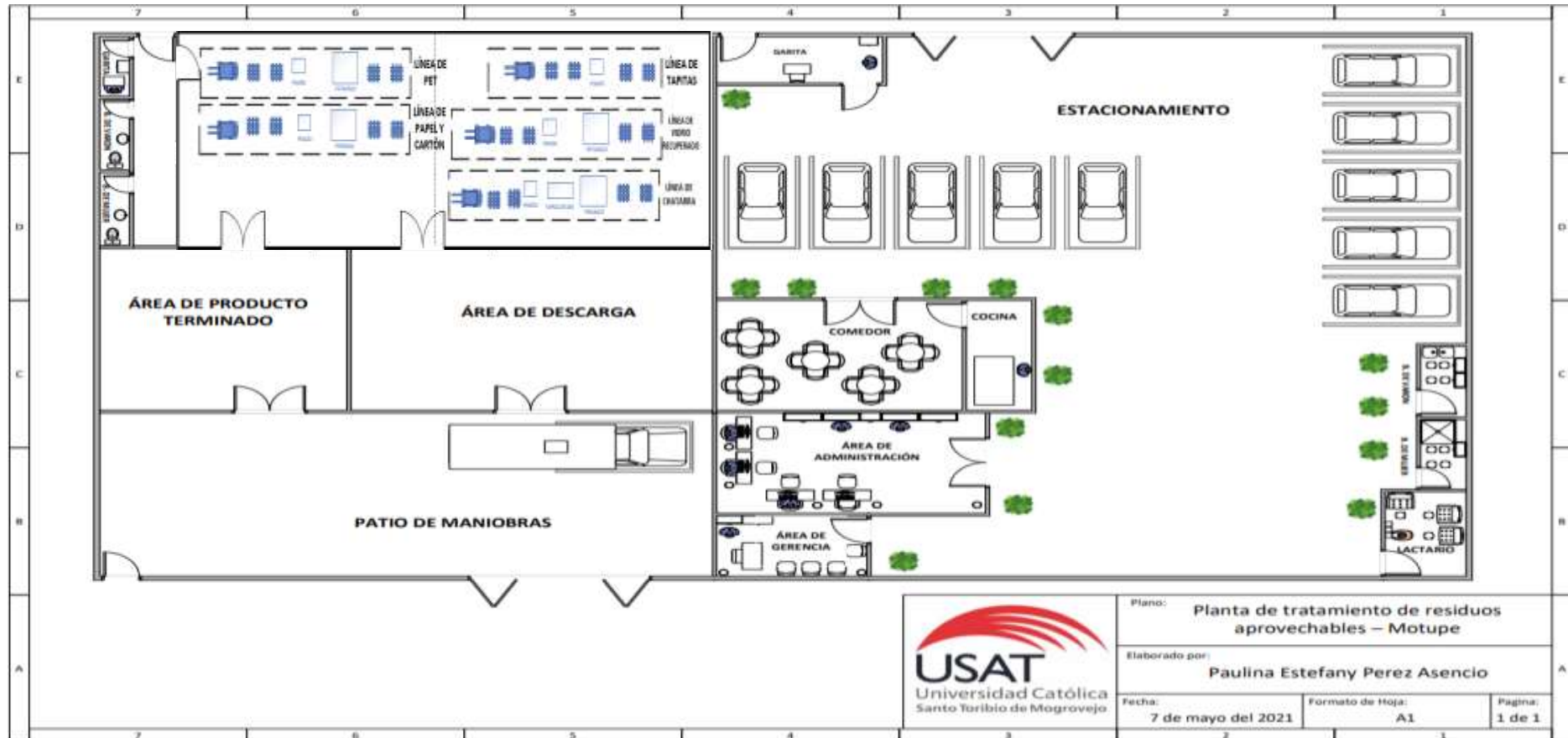
Fuente: Lima Motors SRL 2021

Anexo 18. Palana Punta huevo con mango

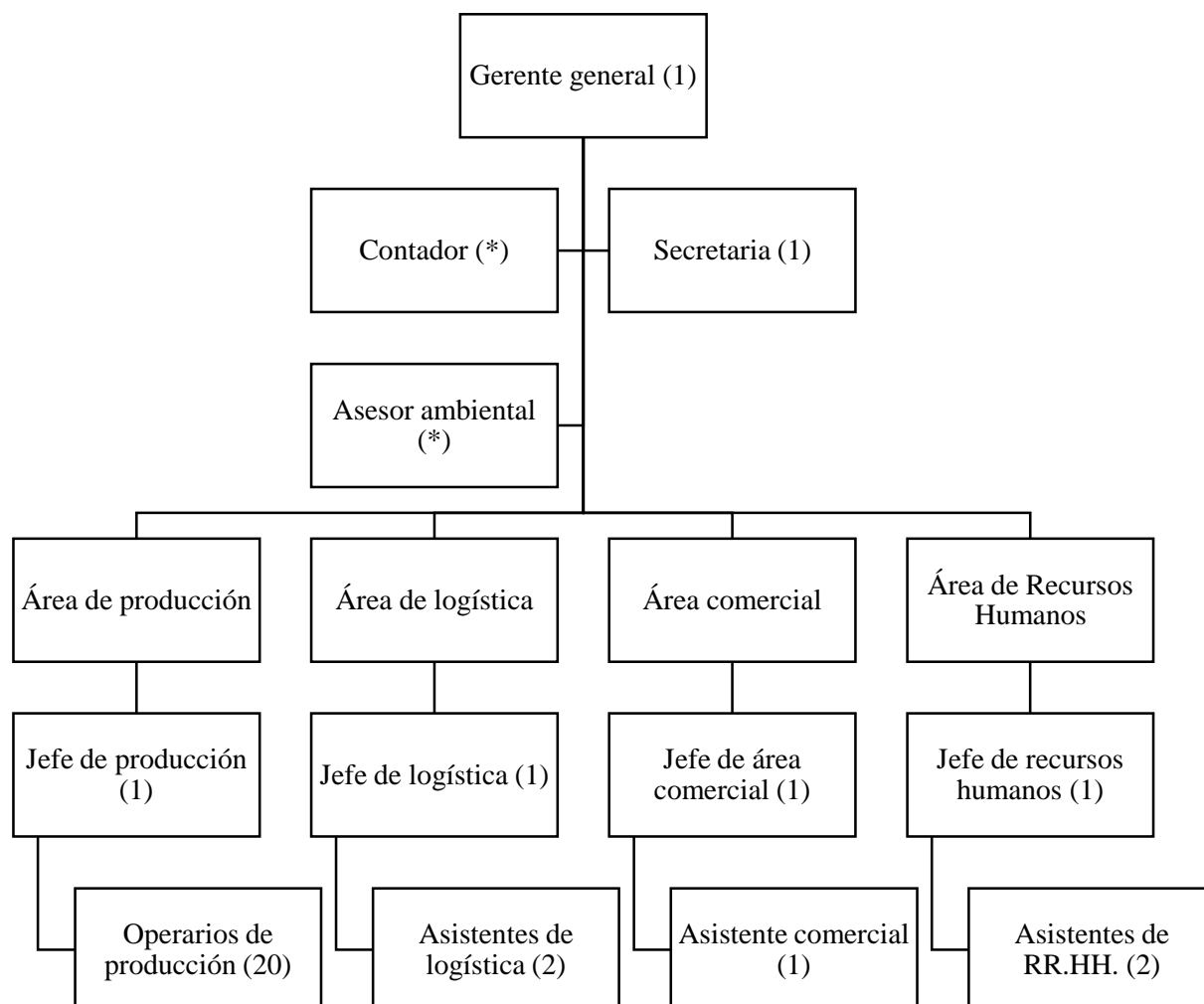
TRAMONTINA	
Producto	77410/434
Descripción	PALA PUNTA HUEVO CON MANGO
	<ul style="list-style-type: none"> - La pala se fabrica en acero al carbono especial de alta calidad, y se corta con láser. - Es templada en todo el cuerpo de la pieza, proporcionando más resistencia y menos desgaste durante el uso. - Recibe pintura electrostática a polvo, que tiene mejor presentación visual y mayor protección contra la oxidación. - El mango de 71 cm de esta herramienta, además de tener excelente resistencia, se fabrica con madera de origen renovable. - Mango con terminación barnizada para una mejor presentación del producto. La capa protectora de barniz incoloro realza su tonalidad, concediéndole brillo y un toque más liso al producto. - Tiene empuñadura plástica ergonómica.
Orientaciones Generales	La pala se utiliza en agricultura, jardinería y construcción civil, para juntar o cargar diversos materiales.
Ficha Técnica	EAN13: 7891117012955 DUN14: 17891117012952 NCM: 8201.10.00 Peso neto: 1,5350 kg. Peso bruto: 1,5550 kg. Metraje: 0,006667 m ² . Dimensiones embalaje (largo x ancho x altura): 1.003x 265x 161 mm. Dimensiones producto (largo x ancho x altura): 1.003x 265x 161 mm.
	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 19. Plano de la planta de tratamiento de residuos sólidos aprovechables de Motupe



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 20. Organigrama de la planta de tratamiento de residuos sólidos

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 21. Inversión

Descripción	Inversión Total S/.	Promotor del Proyecto S/.	Socio Estratégico S/.	Financiamiento S/.
<i>Inversión Tangible</i>				
Alquiler anual del terreno	349 665,00			349 665,00
Construcciones	80 750,64	40 375,32		40 375,32
Maquinaria	84 300,00			84 300,00
Equipo de Producción	10 777,07		10 777,07	
Equipos de Oficina	4 489,07		4 489,07	
Transporte	53 050,00	26 525,00		26 525,00
Total Inversión tangible	583 031,78	66 900,32	15 266,14	500 865,32
<i>Inversión Intangible</i>				
Gastos Pre operativos	563,22		563,22	
Total Inversión Intangible	563,22	-	563,22	-
Imprevistos 5%	29 179,75		29 179,75	
INVERSION Total	612 774,75	66 900,32	1 458,99	500 865,32
Porcentaje	93%	11%	0,2%	82%

Anexo 22. Detalle del préstamo

Préstamo	500,865.32	Interés	3.59%
		Tiempo	5 Años

Año	Interés	Amortización	Pago decreciente	Saldo
0				500,865.32
1	500,865.36	100,173.06	601,038.42	400,692.26
2	14,386.79	100,173.06	114,559.85	300,519.19
3	10,790.09	100,173.06	110,963.15	200,346.13
4	7,193.39	100,173.06	107,366.46	100,173.06
5	3,596.70	100,173.06	103,769.76	-
TOTAL	536,832.32	500,865.32	1,037,697.64	

Anexo 23. Costos de producción

COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA

Mano de obra directa	Cantidad	Salario Mensual (S/)	Beneficios (51%)	Sub total mensual (S/)	Total anual (S/)
Operarios	20	S/ 1 200,00	S/ 612,00	S/ 36 240,00	S/ 434 880,00

COSTOS DE MATERIALES INDIRECTOS

	Unidad	Precio unitario (S/)	Índice de consumo (kg)	Monto por unidad (S//kg)
Zunchos	unid	S/ 1,200	S/ 0,045	S/ 0,054
Material indirecto (papel cartón y chatarra)				S/ 0,054
Sacos	unid	S/ 0,30	S/ 0,035	S/ 0,011
Hilo pabilo	unid	S/ 0,15	S/ 0,024	S/ 0,004
Material indirecto (vidrio y plástico PET)				S/ 0,014
Total				S/ 0,068

COSTOS GENERALES DE FABRICACIÓN

Áreas	Consumo mensual kWh	Costo por consumo de energía (S/)	Costo mensual (S/)	Costo anual (S/)
Producción	S/ 2 609,28	S/ 0,538	S/ 1 403,79	S/ 16 845,51

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Total anual (S/)
EPPS- Casco de seguridad	Unid	30	20	600,00
EPPS- Zapatos de seguridad	Pares	30	100	3 000,00
EPPS- Guantes de seguridad	Pares	240	15	3 600,00
EPPS- Lentes de seguridad	Unid	240	10	2 400,00
EPPS- Caretas de seguridad	Unid	20	20	400,00
EPPS- Ropa de seguridad	Conjunto	20	150	3 000,00
EPPS- Ropa de trabajo	Conjunto	10	100	1 000,00
Total (S/)				14 000,00

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Características	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)
Materiales indirectos (papel cartón y chatarra)	80 291,92	83 726,61	87 231,69	90 777,85	94 406,95	98 071,69	101 819,39
Materiales indirectos (vidrio y plástico PET)	20 965,11433	21 861,94	22 777,16	23 703,10	24 650,70	25 607,61032	26 586,17
Mano de obra directa	434 880,00	434 880,00	434 880,00	434 880,00	434 880,00	434 880,00	434 880,00
Gastos generales de Fabricación	30 845,51	30 845,51	30 845,51	30 845,51	30 845,51	30 845,51	30 845,51
Total	566 982,55	571 314,08	575 734,37	580 206,47	584 783,17	589 404,82	594 131,08

Anexo 24. Costos administrativos

MANO DE OBRA INDIRECTA

Mano de obra indirecta	Cantidad	Salario mensual (S/)	Beneficios (51%)	Sub total mensual (S/)	Total anual (S/)
Gerente General	1	4 100,00	2 091,00	6 191,00	74 292,00
Secretaria	1	1 600,00	816,00	2 416,00	28 992,00
Contador	1	1 200,00	612,00	1 812,00	21 744,00
Asesor Ambiental	1	1 500,00	765,00	2 265,00	27 180,00
Jefe de Producción	1	3 000,00	1 530,00	4 530,00	54 360,00
Jefe de Logística	1	2 000,00	1 020,00	3 020,00	36 240,00
Jefe de área Comercial	1	3 000,00	1 530,00	4 530,00	54 360,00
Jefe de RR,HH,	1	3 100,00	1 581,00	4 681,00	56 172,00
Vigilante	1	930,00	474,30	1 404,30	16 851,60
Cocinera	1	930,00	474,30	1 404,30	16 851,60
Total (S/)					387 043,20

OTROS GASTOS ADMINISTRATIVOS

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/)	Sub total mensual (S/)	Total anual (S/)
Costo de celulares	unid	5	25	125	1 500
Teléfono e Internet	unid	1	115	115	1 380
Papel	millar	2	12	24	288
Lapiceros	50 unidades	2	8	16	192
Total (S/)					3 360

Anexo 25. Gastos comerciales

GASTOS COMERCIALES EN SOLES

Gastos comerciales	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)
Promoción (S/)	200	200	200	200	200	200	200

Anexo 26. Resumen de costos

RESUMEN DE COSTOS

Presupuesto de costos	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)
Costos de Producción	566 982,55	571 314,08	575 734,37	580 206,47	584 783,17	589 404,82	594 131,08
Gastos administrativos	395 778,60	395 778,60	395 778,60	395 778,60	395 778,60	395 778,60	395 778,60
Gastos comerciales	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Total	962 961,15	967 292,67	971 712,97	976 185,07	980 761,77	985 383,42	990 109,68

Anexo 27. Depreciación de maquinarias

DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIAS

Descripción	Inversión (S/)	Años de depreciación	Año (S/ /anual)
Edificaciones y construcciones	S/ 80 750,64	20	S/ 4 037,53
Instalaciones eléctricas	S/ 57 778,88	15	S/ 3 851,93
Maquinaria y equipos	S/ 148 127,07	10	S/ 14 812,71
Total			S/ 22 702,16

Anexo 28. Punto de equilibrio

Descripción	Año 1 (S/)	Año 2 (S/)	Año 3 (S/)	Año 4 (S/)	Año 5 (S/)	Año 6 (S/)	Año 7 (S/)
Costos de producción							
Materiales indirectos (papel cartón y chatarra)	80 291,93	83 726,61	87 231,70	90 777,85	94 406,95	98 071,70	101 819,39
Materiales indirectos (vidrio y plástico PET)	20 965,11	21 861,95	22 777,17	23 703,11	24 650,70	25 607,61	26 586,18
Mano de obra directa	434 880,00	434 880,00	434 880,00	434 880,00	434 880,00	434 880,00	434 880,00
Gastos generales de Fabricación	30 845,51	30 845,51	30 845,51	30 845,51	30 845,51	30 845,51	30 845,51
Costos de variables total de producción	566 982,55	571 314,08	575 734,37	580 206,47	584 783,17	589 404,82	594 131,08
Gastos de operación							
Gastos de administración	395 778,60	745 443,60	745 443,60	745 443,60	745 443,60	745 443,60	745 443,60
Gastos de comercialización	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00
Costos fijos totales	395 978,60	745 643,60	745 643,60	745 643,60	745 643,60	745 643,60	745 643,60
Ingresos totales	1 486 887,54	1 550 492,86	1 615 401,79	1 681 071,30	1 748 276,90	1 816 142,58	1 885 544,34
Punto de equilibrio económico	640 039,63	1 180 698,65	1 158 557,04	1 138 632,11	1 120 411,26	1 103 899,41	1 088 686,41

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 29. Cálculo del TMAR

inversión TMAR = % Tasa inflacionaria + % de lo que se piensa ganar

inversión propia	3,0%	15,00%	18,0%
Socio estratégico	3,0%	10,00%	13,0%
inversión financiada		3,54%	3,5%
	% de aporte	TMAR	Ponderado
inversión propia	54%	0,180	0,097
Socio estratégico	0,40	0,130	0,052
inversión financiada	0,07	0,035	0,002
		TMAR GLOBAL	0,15
			15%