



Estudio de factibilidad para la creación de una empresa recicladora de plásticos y su comercialización como materia prima en la ciudad de Macas

Feasibility study for the creation of a plastic recycling company and its commercialization as raw material in the city of Macas

Estudo de viabilidade para a criação de uma empresa de reciclagem de plástico e sua comercialização como matéria prima na cidade de Macas

Jessica Paola Arcos-Logroño ^I
paola.arcos@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9462-2219>

Miguel Ángel Osorio-Rivera ^{II}
miguel.osorio@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8641-2721>

Isabel Romane Peñafiel-Moncayo ^{III}
romane.peniafiel@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2629-8576>

Correspondencia: paola.arcos@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de julio de 2022 * **Aceptado:** 18 de agosto de 2022 * **Publicado:** 30 de septiembre de 2022

- I. Máster Universitario en Ciencias Agroambientales y Agroalimentarias, Ingeniera en Biotecnología Ambiental, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.
- II. Máster Universitario en Ingeniería para el Ambiente y el Territorio, Ingeniero Ambiental, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.
- III. Magíster en Administración de Empresas mención Planeación, Ingeniera de Empresas, Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.

Resumen

El objetivo del presente trabajo se enfocó en determinar la factibilidad para la creación de una empresa recicladora de plásticos y su comercialización como materia prima en la ciudad de Macas. Para establecer una línea base sobre toda la información sobre los residuos sólidos se obtuvo directamente de la población que reside en las zonas de estudio, a través de un estudio descriptivo de los hechos, la participación conjunta con técnicos del Departamento Ambiental del municipio permitió obtener datos sobre la gestión de los residuos sólidos. En la ciudad de Macas existe una Asociación de Servicios de Reciclaje “Nuevo Mundo” que en trabajo conjunto con el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de Morona trabajan en la recolección de los desechos y aprovechamientos como fuente de ingreso económico. La metodología tuvo un enfoque mixto de diseño no experimental con alcance descriptivo y método deductivo. Entre los resultados más relevantes es importante mencionar todo el proceso del reciclaje desde la separación en la fuente hasta la disposición final en el relleno sanitario, para lo cual se establece que a nivel de la provincia existe una producción de residuos sólidos de 0.50 (Kg/día) y la producción de residuos plásticos per cápita es de 0.04 (Kg/día) teniendo una total de 2.9 (Ton/hab/día) de residuos plásticos de los cuales son necesarios 0.6 (Ton/día) para que empiece el funcionamiento de la planta. La inversión inicial necesaria es de \$ 169,496.97 que puede ser financiado en un 60% con capital propio y la diferencia con un préstamo bancario a cinco años plazo a una tasa de interés del 12% anual. Con esta información al evaluar la factibilidad financiera se obtuvo una TIR del 37.32% y un VAN de \$131,414.21 con una recuperación de la inversión en tres años y dos meses. Al concluir el análisis financiero-económico de esta investigación, se comprobó que instalar una planta procesadora de botellas plásticas en la ciudad de Macas es viable y rentable.

Palabras claves: Material PET; Reciclaje; Factibilidad financiera; Residuos sólidos; Botellas plásticas.

Abstract

The objective of this work focused on determining the feasibility for the creation of a plastic recycling company and its commercialization as raw material in the city of Macas. To establish a

baseline on all the information on solid waste, it was obtained directly from the population residing in the study areas, through a descriptive study of the facts, the joint participation with technicians from the Municipal Environmental Department allowed data to be obtained. on the management of solid waste. In the city of Macas there is an Association of Recycling Services "New World" that in joint work with the Municipal Autonomous Decentralized Government of Morona works on the collection of waste and uses as a source of economic income . The methodology had a mixed approach of non-experimental design with a descriptive scope and a deductive method. Among the most relevant results, it is important to mention the entire recycling process from separation at the source to final disposal in the landfill, for which it is established that at the province level there is a solid waste production of 0.50 (Kg/ day) and the production of plastic waste per capita is 0.04 (Kg/day) having a total of 2.9 (Ton/inhabitant/day) of plastic waste of which 0.6 (Ton/day) are necessary to start the operation of plant . The necessary initial investment is \$169,496.97, which can be financed by 60% with equity and the difference with a five-year bank loan at an annual interest rate of 12%. With this information, when evaluating the financial feasibility, an IRR of 37.32% and a NPV of \$131,414.21 were obtained with a recovery of the investment in three years and two months. At the conclusion of the financial-economic analysis of this research, it was found that installing a plastic bottle processing plant in the city of Macas is viable and profitable.

Keywords: PET material; Recycling; Financial feasibility; Solid waste; Plastic bottles.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi determinar a viabilidade para a criação de uma empresa de reciclagem de plástico e sua comercialização como matéria-prima na cidade de Macas. Para estabelecer uma linha de base sobre todas as informações sobre resíduos sólidos, esta foi obtida diretamente da população residente nas áreas de estudo, através de um estudo descritivo dos fatos, a participação conjunta com técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente permitiu a obtenção de dados. a gestão de resíduos sólidos. Na cidade de Macas existe uma Associação de Serviços de Reciclagem "Novo Mundo" que em trabalho conjunto com o Governo Autónomo Descentralizado de Morona trabalha na recolha de resíduos e utiliza como fonte de rendimento económico. A metodologia teve uma abordagem mista de desenho não experimental com escopo descritivo e método dedutivo. Entre los resultados más relevantes es importante mencionar todo

el proceso del reciclaje desde la separación en la fuente hasta la disposición final en el relleno sanitario, para lo cual se establece que a nivel de la provincia existe una producción de residuos sólidos de 0.50 (Kg/ día) y la producción de residuos plásticos per cápita es de 0.04 (Kg/día) teniendo una total de 2.9 (Ton/hab/día) de residuos plásticos de los cuales son necesarios 0.6 (Ton/día) para que empiece el funcionamiento de a planta . O investimento inicial necessário é de \$ 169.496,97, que pode ser financiado em 60% com capital próprio e a diferença com um empréstimo bancário de cinco anos a uma taxa de juros anual de 12%. Com essas informações, ao avaliar a viabilidade financeira, obteve-se uma TIR de 37,32% e um VPL de \$ 131.414,21 com recuperação do investimento em três anos e dois meses. Ao final da análise econômico-financeira desta pesquisa, constatou-se que a instalação de uma fábrica de beneficiamento de garrafas plásticas na cidade de Macas é viável e rentável.

Palavras-chave: Material PET; Reciclando; Viabilidade financeira; Resíduos sólidos; Garrafas plásticas.

Introducción

En el presente trabajo busca determinar la factibilidad de la creación de una empresa recicladora de materiales *Polyethylene Terephthalate* (PET) en la ciudad de Macas. Según el Banco Mundial (2018) las personas tienden a generar desechos de forma constante, esto ha ido aumentando en función del crecimiento de la población del planeta; sumado al desarrollo de las organizaciones principalmente las de índole industrial lo que ha ocasionado mayor cantidad de producción de desechos en las ciudades, en la actualidad los ciudadanos no tienen conciencia acerca de las afectaciones causadas al medio ambiente por la mala gestión de residuos sólidos (Parlamento Europeo, 2018), El proyecto tiene como finalidad establecer métodos aplicables para realizar una adecuada separación de los desechos sólidos desde la fuente, tomando en consideración la gran cantidad de plásticos que se desechan en el diario vivir, al no tener una disposición adecuada causa efectos dañinos al ambiente, además, con este antecedente se ve reflejada la oportunidad de negocio para la ciudad, ya que la misma no cuenta con una planta recicladora y todo los residuos plásticos reciclados se dirigen hacia la ciudad de Cuenca, Quito y Guayaquil.

Según el estudio realizado por la Revista de la Marina escrita por Aimone (2018) en la actualidad los desechos y desperdicios causados por el plástico son una gran fuente de contaminación de los océanos afectando con ello las especies que habitan en el mismo, ocasionando un daño

importante al medio ambiente causando efectos nocivos en la salud de la población. Con base a esto, el objetivo general del proyecto fue determinar la factibilidad para la creación de una empresa recicladora de material PET en la ciudad de Macas.

La competencia para la gestión de los residuos sólidos depende de los municipios, pero muchas veces no tienen los recursos financieros, falta de conocimiento o falta de infraestructura en los botaderos de basura causa que la vida útil cada sea menor. Por este motivo la idea de reciclar y tratar de producir cierto tipo de producto, con estos materiales es una idea innovadora, ya que, no solo reduciría los costos de producción, si no, que también ayudaría a la mejora de nuestro medio ambiente (Castro, 2015).

Metodología

Para evaluar la factibilidad técnico-económica de la producción de PET provenientes de residuos sólidos generados en la ciudad de Macas, es importante considerar desde el diseño de la planta de reciclaje. Para llevar a cabo el estudio se utilizó las bases Metodológicas para la elaboración de estudio de factibilidad de un proyecto organizado el análisis en las siguientes etapas:

- Antecedentes y objetivos del proyecto
- Mercado y capacidad de la planta: análisis de la demanda y el mercado, pronóstico de ventas y comercialización, capacidad de la planta y programa de producción.
- Materiales e insumos del proyecto: materias primas, materiales y servicios públicos.
- Localización
- Ingeniería del proyecto: tecnología, equipos, obras de ingeniería civil.
- Mano de obra
- Evaluación económica financiera: evaluación de indicadores de rentabilidad del proyecto como el VAN, el TIR y el período de recuperación de la inversión.

Resultados y discusión

En la figura 1, se establece el diseño de la planta de reciclaje con un área total necesaria para los equipos de 54 m² y para las instalaciones de servicios auxiliares se han definido 210 m², siendo necesarios 264 m² en total. Si se considera un factor de seguridad del 10% la superficie de la planta es de 290 m², contando las siguientes áreas:

- Área de recepción

- Área de clasificación y tratamiento de los plásticos
- Área de oficina
- Área de almacenamiento de los plásticos reciclados
- Bodega para el almacenamiento de herramientas, repuestos, etc.

Elaborado por: Los autores, 2022

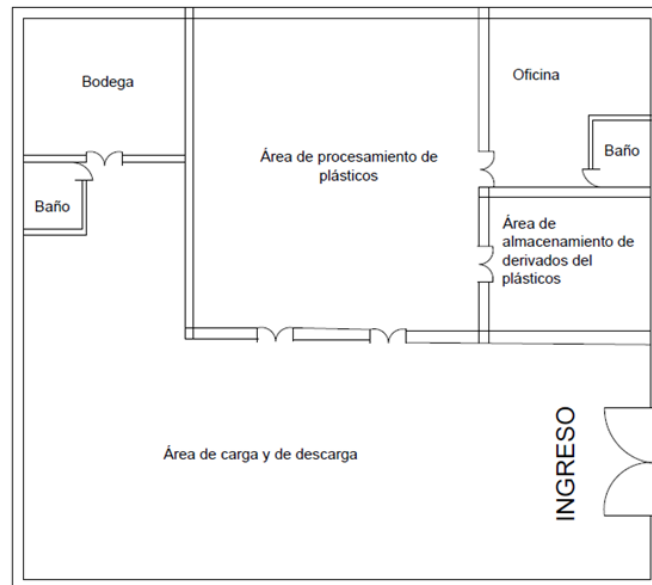


Figura 1: Planta de reciclaje de plásticos.

Antecedentes y objetivos del proyecto de planta recicladora de plásticos

Análisis de la demanda

Se entiende por demanda la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado. La demanda debe ser estudiada tomando en cuenta la 3p's, lo cual significa que para realizar el proyecto se debe tomar en cuenta tres tipos de demanda.

Demanda pasada o histórica: en el presente estudio no se tomó en cuenta los datos históricos de los últimos años debido a que no se pudo acceder a los datos de las empresas.

Demanda presente: en este caso se ha tomado como demanda presente datos del año 2021, los mismos que han sido generados mediante entrevistas y datos obtenidos sobre las exportaciones del Banco Central del Ecuador.

Fijación de la cuantía de la demanda

El costo del plástico en Ecuador se ha incrementado entre el 17% y 65% entre enero y mayo de 2021, en comparación con el mismo periodo del año pasado, según informes del Banco Central del Ecuador. Este aumento de las materias primas, como el plástico, obedece a la reactivación económica tras el levantamiento del confinamiento en varios países.

La importación de polipropileno, un plástico usado generalmente para envases, para dispositivos médicos y para guardar alimentos, alcanzó los USD 74,1 millones entre enero y mayo de 2021. Según cifras del Banco Central, el precio tuvo una variación de 44% entre enero y mayo de 2021. Al inicio del año, una tonelada de polipropileno costaba USD 1.232. Mientras que, en mayo, este producto llegó a tener un precio de USD 1.779 por tonelada.

En nuestro país la producción de PET es nula, esta limitante hace que los industriales dependan totalmente de la importación de este material. Aunque el Ecuador es un país productor de petróleo todavía no cuenta con la tecnología necesaria para la producción de PET.

La demanda del PET en nuestro país ha ido incrementándose, este material preferentemente se consume para la elaboración de envases de bebidas, cosméticos, y para embalajes de productos alimenticios

Figura 2: Importación de PET de los últimos años

	Año 2018		Año 2019		Año 2020		Año 2021	
	Monto (USD)	Cantidad (TM)	Monto (USD)	Cantidad (TM)	Monto (USD)	Cantidad (TM)	Monto (USD)	Cantidad (TM)
Enero	4787308	4310	4839076	3404	8424345	8693	4293239	4543
Febrero	5196554	4603	6879085	5300	2453556	2551	6260570	5284
Marzo	1979414	1699	8504799	6653	4441615	4650	7778345	7437
Abril	2287120	1912	3528003	2903	838493	851	6492831	5092
Mayo	17118	1362	3836414	3152	5787879	6112	3482157	2649

	86							
Junio	10973 00	861	4500327	3731	1405946	1603		
Julio	32244 27	2263	7126536	5889	1306909	1538		
Agosto	54924 22	3741	7791977	6709	1828602	2331		
Septiem bre	30839 27	2129	3964441	3561	2301627	2913		
Octubre	51989 98	3569	4669165	4435	2255079	2818		
Noviem bre	36235 57	2523	3462869	3355	3896274	4423		
Diciem bre	66317 47	4324	2374535	2373	2590998	2680		

Fuente: <https://www.primicias.ec/noticias/economia/costos-plastico-industria-nacional/>

Elaborado por: Los autores, 2022

Análisis de la oferta

La oferta de pellet de botellas de plásticas en la ciudad y en la provincia de Morona Santiago es nula; existen empresas que se encargan de realizar este proceso, pero se encuentra ubicadas en las provincias aledañas de Azuay y Orellana, sin embargo, es importante considerar que a medida que va pasando los años esta producción de desechos plásticos irá incrementando significativamente, lo cual cubrirá la cantidad de la demanda presente en la ciudad de Macas.

Cuantía de la oferta total existente

Ecuador es uno de los países menos desarrollados en el campo del reciclaje de PET, sin embargo, varias ciudades han empezado el reciclaje para darle un segundo uso a los subproductos que se pueden generar. Según el Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, en la tabla 2, se detalla el reporte de Centros de Acopio, Recicladores, Embotelladores e Importadores a nivel nacional. El Ministerio de la Producción en 2019, en su listado detalla que siete empresas

fueron las principales importadoras de desechos plásticos en Ecuador, entre 2016 y 2019 (Solís M, 2021).

Figura 3: Principales empresas importadoras de desechos plásticos y sus productos

IMPORTADOR 2016-2019	PRODUCTO
Exporecicla S. A.	Procesamiento de desechos
Recicladora de Plásticos Reciplásticos S. A.	Procesamiento de desechos
Productos Paraíso del Ecuador S. A.	Fundas y empaques
Practi power S. A.	Procesamiento de desechos
Ecuapetsa PET del Ecuador S. A.	Etiquetas
Enkador S. A.	Fibras plásticas
Cho Cheung Carla Pui Yee	Productos de polipropileno

*Datos hasta julio de 2019

Fuente: SENAE (2019) /Ministerio de la Producción (2019).

Elaborado por: Solis, M. (2021)

Es importante mencionar que no se tiene información sobre la producción y el SENAE no entregó información sobre el volumen de importaciones en toneladas y en dólares. Sin embargo, de acuerdo a información oficial confidencial del SENAE a la que se pudo tener acceso (Morán, correspondencia privada 2020). 15 empresas han importado desechos. Estos datos corresponden a enero y mayo de 2019. Las dos empresas que concentraban aproximadamente el 90 % de esas importaciones eran Productos Paraíso y Promaplast Solís M, 2021).

Otras empresas que se dedican a estas importaciones son Vuntil S. A., Goldenpack Empaques para el Desarrollo S. A., Dong Bingfu, Podepla S. A., Importadora Exportadora sin fronteras S. A., Prodimexito Promotora de Importaciones Éxito S. A., Codi Empaques del Ecuador CÍA. LTDA. y Torplas S. A. Ninguna consta en los listados oficiales y sus márgenes en la participación del mercado total de importaciones son mínimos. Sin embargo, fue posible acceder a la información de Datasur sobre las importaciones entre los años 2014 y 2020 (Solís M, 2021).

Las importaciones de este producto en Ecuador han aumentado sobre todo en los dos últimos años. De cinco empresas que lo hacían en 2014 ahora existen más de 36 empresas que se dedican a este tipo de importaciones entre 2019 y 2020. En la tabla 3 y tabla 4 se establecen las

principales empresas que importan desechos de plásticos y su actividad comercial (Solís M, 2021).

Figura 4: Principales empresas que importan desechos plásticos

IMPORTADOR	AÑO		SUMA DE USD FOB TOTAL
	2019	2020	
PRODUCTOS PARAÍSO	1676540,96	1390428,24	3066969,20
PROMAPLAST	592124,37	993389,57	1585513,94
ENKADOR S. A.	1055280,02	408924,17	1464204,19
EXPORECICLA S. A.		525528,13	525528,13
FUNDAMETZ S. A.	64615,25	314161,74	378776,99
TUBYTEKS.A.	106308,00	164808,73	271116,73
IMAGOR S. A.	45635,11	196946,15	242581,26
INDUSTRIAL Y COMERCIAL TRILEXC.A.	161356,96	25625,52	186982,48
NUTEC		161625,75	161 625,75
TECHNOFILM S. A.	141406,73	17188,17	158 594,90

Fuente: Datasur (2019; 2020).

Elaborado por: Solís, M. (2021)

Figura 5: Actividad comercial de las diez principales empresas que importan desechos plásticos

IMPORTADOR	ACTIVIDAD COMERCIAL
PRODUCTOS PARAÍSO	Fabricación y comercialización de colchones y espuma de poliuretano.
PROMAPLAST	Procesadora de materiales plásticos.
ENKADOR S. A.	Fabricación de resinas plásticas a partir del reciclaje de las botellas PET post-consumo.
EXPORECICLA S. A.	Se dedica al procesamiento, conversión (limpieza, fusión, trituración, embalaje) de todo tipo de desechos reciclables o recuperables.
FUNDAMETZ S. A.	Industria metalúrgica.
TUBYTEK S. A.	Fabricación, importación, exportación, comercialización, interna y externa, y diseño de artículos de plásticos.
IMAGOR S. A.	Importadora de automotores e intermediaria de comercio de productos

	diversos.
INDUSTRIAL Y COMERCIAL TRILEX C. A.	Fundas plásticas y etiquetas tanto para el sector bananero como industrial.
NUTEC	Venta al por mayor de materiales plásticos en formas primarias, así como de caucho y fibras textiles.
TECHNOFILM S. A.	Fabricación de películas de polipropileno.

Fuente: Superintendencia de compañías, valores y seguros (2020).

Elaborado por: Solis, M. (2021)

Proyección de la oferta

La presente investigación está enfocada a determinar y cuantificar la oferta de los materiales reciclables de plástico en la ciudad de Macas, Provincia de Morona Santiago, considerando que no existe una planta recicladora ni empresa que esté a cargo de los residuos generados en la ciudad, cabe mencionar que existe la asociación de recicladores Nuevo Mundo que realiza un reciclado en la fuente.

Determinación de la demanda potencial insatisfecha

De acuerdo a los datos obtenidos del Banco Central del Ecuador en cuanto a los valores de importación de PET en el país durante los años 2019 al 2021 se detalla en la siguiente tabla 5, los cuales representan la demanda insatisfecha a nivel nacional.

Figura 6: Datos de importación de PET

Año	Monto (USD)	Cantidad (TM)
2019	5123102	4288.75
2020	3127610	3430.25
2021	5661428	5001.00

Elaborado por: los autores, 2022

Tomando en referencia los valores obtenidos, se ha realizado la proyección de la demanda insatisfecha de PET hasta el año 2025 como se muestra en la tabla 6.

Figura 7: Demanda potencial insatisfecha de PET

Año	Cantidad (TM)
2019	4288.75
2020	3430.25
2021	5001.00
2022	4952.32
2023	5308.45
2024	5664.58
2025	6020.71

Elaborado por: los autores, 2022

Ingeniería del proyecto

Esta sección tiene como objetivo definir todos los aspectos técnicos implicados en el proceso productivo, es decir, definir todos los conceptos técnicos que condicionan el desarrollo del proyecto. Haciendo necesaria la identificación de problemas de carácter técnico que limiten la viabilidad del proyecto, así como, los requisitos de mano de obra, insumos, maquinarias, obras civiles, equipos de construcción y funcionamiento; aportando datos técnicos y económicos para realizar el estudio de factibilidad del mismo.

Tamaño del proyecto

Figura 8: Capacidad productiva de la planta

CAPACIDAD PRODUCTIVA DE LA PLANTA	
DEMANDA OBJETIVO	100 Tn/año
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	0.55 Tn/día
EQUIPOS Y MAQUINARIA	Línea de pelletización con capacidad para producir 100 kg/h (capacidad diseñada)
CANTIDAD DE PERSONAL	2 trabajadores, 1 chofer, 1 conserje, y el gerente de producción
INSTALACIONES	Se contará con un área de producción y administración de 290 m ²

Elaborado por: los autores, 2022






Análisis del proceso de producción

El proceso se inicia con la recepción y clasificación de la materia prima, en este caso el PET reciclado. La materia prima seleccionada pasará por un proceso de limpieza, trituración, lavado y secado, extrusión y granceado del material, para finalmente ser empaquetado y almacenado.

Diagrama de flujo del proceso de producción de pellets

En la tabla 8 se indica la simbología que se utiliza en el diagrama de flujo del proceso para el tratamiento de material reciclado.

Figura 9: Simbología utilizada para el diagrama de flujo.

Simbologías	Nombre	Descripción
	TRANSPORTE	Inicia el movimiento del material. Traslado de un lugar a otro
	OPERACIÓN	Indica las principales operaciones del proceso.
	INSPECCIÓN	Verifica la calidad y/o cantidad. En general no agrega valor.
	ESPERA	Indica demora entre dos operaciones o abandono momentáneo.
	ALMACENAMIENTO	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén

Elaboración: Los autores, 2022

Elaboración: Los autores, 2022

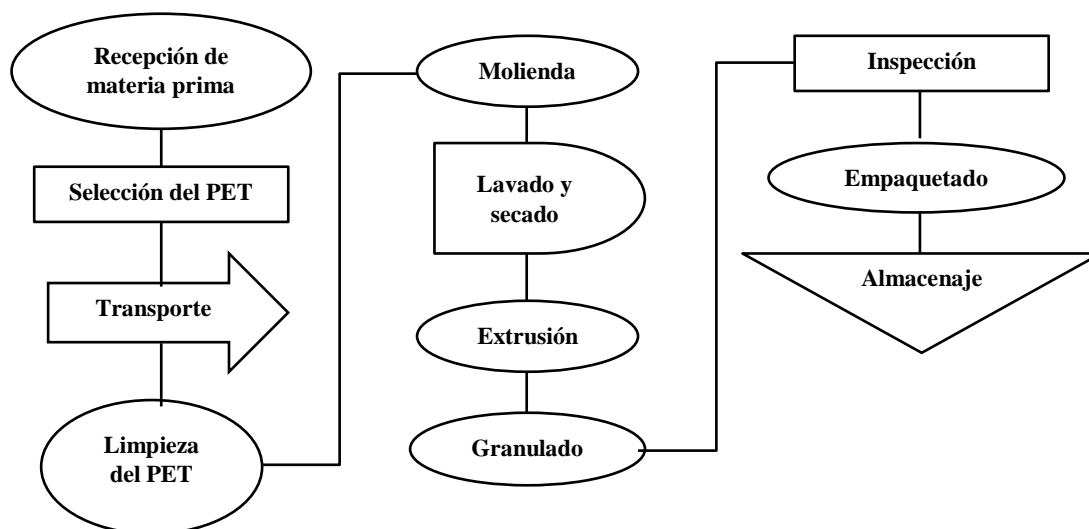


Figura 10: Diagrama de flujo del proceso producción de pellets.

Análisis de instalaciones y máquinas

En esta sección se realizará la identificación de los espacios necesarios para el área productiva y administrativa de la empresa, así como, a la descripción de los equipos y máquinas necesarios para la transformación del PET reciclado en pellets. Los equipos seleccionados son referenciales obtenidos a partir de información disponibles en portales web de proveedores internacionales.

5.4 Descripción de equipos y máquinas para la producción de pellets.

- Equipo triturador de botellas plásticas

Para la trituración de las botellas de PET recicladas se utilizará un molino de cuchillas que permitirá reducir el tamaño de partícula para su posterior lavado, en la tabla 2 se indican las especificaciones del molino seleccionado.

Figura 11: Especificaciones de la trituradora

Variable	Descripción
Capacidad	200 – 300 kg/h
Potencia del motor	10 HP
Motor de suministro	1.5 HP
Boca de entrada	690 x 500 mm
Diámetro del rotor	220 mm

Cuchillas giratorias	26
Cuchillas fijas	4

Elaborado por: los autores, 2022

- Equipo de lavado de plástico triturado

El objetivo de este proceso es eliminar las impurezas y material no deseado presente en el PET, el lavado se lo realizará en un tanque con agitación y chaqueta de calentamiento, con la adición de sosa cáustica y detergentes que permitan la eliminación de impurezas, grasas y aceites presentes en el material.

Figura 12: Especificaciones del tanque de lavado

Variable	Descripción
Volumen	250 litros
Diámetro	70 cm
Altura	75 cm
Diámetro del rodete	22 cm
Potencia del motor	1.5 HP

Elaborado por: los autores, 2022

- Secador rotatorio

El secador rotatorio se utilizará para eliminar el exceso de agua presente el material, resultado del lavado del mismo, para ello se ha seleccionado una secadora centrífuga con aire cuyas características se muestran en la siguiente tabla.

Figura 13: Especificaciones del secador

Variable	Descripción
Temperatura de secado	115 °C
Potencia	1 HP
Volumen del cilindro	90 L
Diámetro del cilindro	40 cm
Longitud del cilindro	80 cm

Elaborado por: los autores, 2022

- Extrujadora

La máquina extrusora es la encargada de la extrusión de polímeros mediante la acción del prensado, fusión, moldeado, presión y empuje de los materiales. El resultado es un molde nuevo que tendrá la forma deseada según la forma y diseño del husillo utilizado en la máquina. La extrusora permite obtener el molde de manera rápida y continua, agilizando el proceso industrial de reciclado y aprovechando al máximo la materia prima.

Figura 14: Especificaciones de la extrujadora

Descripción del equipo	Extrujadora mono husillo: 90mm
Otras especificaciones	Dosificador, sin bomba de vacío, cambio de filtros hidráulicos: 165mm. Cabezal y corte en cabeza bajo el agua con centrífugas de secado y cribas clasificadoras.
Motor	150cv, velocidad: 380v
Capacidad de producción	200 a 300 kg/h
Potencia	150 cv

Elaborado por: los autores, 2022

- Empacadora

Este equipo será empleado para embolsar el PET producido previo a su almacenaje y distribución.

Figura 15: Especificaciones de la empacadora

Variable	Descripción
Capacidad	150 kg/h
Diámetro del almacenamiento	800mm
Volumen	1.5 m ³
Material	Acero inoxidable
Altura	3 m

Elaborado por: los autores, 2022

Materiales e insumos del proyecto

La materia prima necesaria proviene de los residuos plásticos generados en la ciudad de Macas, según los datos del Boletín informativo Nro. 8 del 28 de diciembre de 2021 la proyección de la población del cantón Morona corresponde a 58281 habitantes hasta el 2020, la tasa de crecimiento es de 2.8% anual por lo tanto hasta el año 2040 establece un aproximado de 59913 habitantes, la producción per cápita de residuos sólidos en la provincia de Morona Santiago es de 0.50 (Kg/hab/día) y la producción de residuos plásticos per cápita es de 0.04 (Kg/hab/día) tomando en consideración que solo el 7.34% del total de los residuos corresponde a plásticos que se puede reciclar, tomando en consideración lo expuesto anteriormente se tendría una producción de 2.2 (ton/día) de PET siendo necesario obtener 0.55 Ton/día de PET para la factibilidad de la empresa recicladora.

Localización

El micro localización de la planta de reciclaje se realizará en zonas alejadas de la ciudad para evitar que los olores desagradables, el humo de la quema de residuos sólidos urbanos y otros contaminantes afecten la salud de los habitantes y de los trabajadores.



Figura 16: Micro localización de la planta de reciclaje

El lugar considerado para la construcción de la planta recicladora se encuentra en la parroquia San Isidro perteneciente al cantón Morona de la provincia de Morona Santiago de coordenadas 2°11'26.0"S 78°07'22.4"W con un terreno aproximado de 10 hectáreas.

Estudio económico financiero

Se realizó un estudio económico financiero para determinar inicialmente la factibilidad de instalar una planta de reciclaje en la ciudad de Macas para producir PET. La rentabilidad de un proyecto también se define por las entradas y salidas de efectivo del proyecto propuesto.

Costos de inversión

Para determinar el costo de la inversión se obtienen los precios de los equipos con las ofertas actuales en el mercado considerándose la trituradora, lavadora de plásticos, secador rotatorio, estrujadora, empacadora, montacargas y la planta de tratamiento de aguas residuales, la construcción de la planta recicladora, el equipo necesario como mobiliario y equipo de oficina.

Costos directos

Para calcular los costos directos de la inversión se consideran tres partidas: materias primas y materiales, otros gastos directos y gastos de fuerza de trabajo.

- **Materias primas y materiales:** residuos plásticos y fundas.
- **Energía eléctrica:** se obtiene de los índices de consumo de cada equipo y la cantidad de PET a producir en turnos de 8 horas diarias, 21 día
- **Otros gastos directos:** se considera la depreciación y amortización de los componentes de la inversión como son equipos, construcción y montaje y otros gastos por licencias y permisos. En la propuesta participan directamente en el proceso productivo tres equipos: la planta de reciclaje, la maquinaria, equipo y mobiliario Se consideran también los gastos de mantenimiento y reparación. Se asume en este caso un valor de \$3000 anuales.
- **Gastos de fuerza de trabajo:** se analiza la fuerza de trabajo según categoría ocupacional y el salario que devengan el personal. Los costos directos por concepto de salario incluyen el aporte a la seguridad social.

Gastos indirectos

Se consideran los gastos generales y de administración que incluyan los gastos de pago de salario del personal administrativo y energía eléctrica no asociada al proceso productivo, materiales de oficina y otros, de acuerdo con el presupuesto de gastos planificado para el año, que se incluye en el plan de la economía como se muestra en la tabla 14.

Figura 17: Resumen de costos

RESUMEN DE COSTOS.							
CONCETO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
INVERSION INICIAL	169,496.97	-	-	-			169,496.97
Inversión fija inicial	160,959.00						160,959.00
Capital de trabajo inicial	8,537.97						8,537.97
COSTOS DE OPERACIÓN	-	25,613.92	25,613.92	25,613.92	25,613.92	25,613.92	102,455.68
Costos Fijos		24,280.00	24,280.00	24,280.00	24,280.00	24,280.00	72,840.00
Costos Variables		1,333.92	1,333.92	1,333.92	1,333.92	1,333.92	4,001.76
DEPRECIACIÓN		11227.65	11227.65	11227.65	11227.65	11227.65	33,682.95
Sub totales anuales		11227.65	11227.65	11227.65	11227.65	11227.65	33,682.95
COSTOS FINANCIEROS		7600.680	6080.544	4560.408	3040.272	1520.136	18,241.63
Interes crédito		7600.680	6080.544	4560.408	3040.272	1520.136	18,241.63
TOTAL	169,496.97	36,841.57	36,841.57	36,841.57	36,841.57	36,841.57	305,635.60

Elaborado por: los autores, 2022

Aunque el precio del PET procesado tiene un costo de producción \$1.03 dólares se considera el precio de venta de \$1.13 dólares, teniendo en cuenta los referentes de los precios de comercialización de los PET según el banco Central del Ecuador.

Resultados del análisis económico

A partir de la programación de las producciones se obtienen los ingresos por ventas, que sirven de base para la evaluación económica financiera. Se determinan los ingresos anuales en función de las cantidades estimadas a producir anualmente por tipo de PET y el precio unitario determinado y se obtienen los ingresos anuales.

Financiamiento

El esquema para el pago del financiamiento permite evaluar si la inversión es capaz de asimilar un préstamo y pagar la deuda con sus propios ingresos. Se consideró un año de período de gracia y a partir del segundo año se pueden pagar los intereses y el principal del préstamo previsto como se detalla en la tabla 15.

Figura 18: Plan de Financiamiento

PLAN DE FINANCIAMIENTO	
CONCEPTO	MONTO
APORTE CREDITO 40%	63,339.00
APORTTE PROPIO 60%	106,157.97
TOTAL	169,496.97

SERVICIO DE LA DEUDA						
CARACTERISTICA DEL CREDITO	AÑOS	DESEMBOLSO	AMORTIZACIÓN	k REDUCIDO	INTERES	CUOTA A PAGAR
CREDITO BAN ECUADOR 12% DE INTERES CUOTA ANUAL 5 AÑOS	1.00	63,339.00	12667.800	63,339.00	7600.680	20268.480
	2.00		12667.800	50671.200	6080.544	18748.344
	3.00		12667.800	38003.400	4560.408	17228.208
	4.00		12667.800	25335.600	3040.272	15708.072
	5.00		12667.800	12667.800	1520.136	14187.936
TOTAL			63339.000	190017.000	22802.040	86141.040

Elaborado por: los autores, 2022

Flujo de caja para la planificación financiera e indicadores de rentabilidad

Se realizó el flujo de caja para indicadores de rentabilidad como indica la tabla 16 en donde se obtienen resultados positivos desde el tercer año en que se ejecuta la inversión, lo que significa que los ingresos por ventas permiten cubrir los costos y gastos de la planta, además de cumplir las obligaciones tributarias y generar utilidades. Se considera el año 0 como base y es el año en que se tramita y realiza la inversión.

Figura 19: Flujo de caja para indicadores de rentabilidad de la inversión

FLUJO DE CAJA	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESOS OPERACIONALES						
Ventas		136,684.80	157,187.52	180,765.65	207,880.50	239,062.57
EGRESOS OPERACIONALES						
Costos fijos		24,280.00	24,280.00	24,280.00	24,280.00	24,280.00
Costos variables		1,333.92	1,333.92	1,333.92	1,333.92	1,333.92
SUB TOTAL		25,613.92	25,613.92	25,613.92	25,613.92	25,613.92
FLUJO OPERACIONAL		111,070.88	131,573.60	155,151.73	182,266.58	213,448.65
INGRESOS NO OPERACIONALES						
Aporte inicial propio	63,339.00					
Aporte Gad parroquial	106,157.97					
SUB TOTAL	169,496.97	-	-	-		
EGRESOS NO OPERACIONALES						
Inversión fija inicial	160,959.00					
Capital de trabajo inicial	8,537.97					
Costos financieros proyectados		7600.680	6080.544	1520.136	3040.272	1520.136
Amortización crédito proyectado		12667.800	12667.800	12667.800	12667.800	12667.800
Participación trabajadores		15,520.53	18,823.96	22,588.70	26,883.95	31,789.28
Impuesto a la renta		21987.4175	26667.2744	32000.6555	22851.35366	27020.88547
Requerimiento capital de trabajo	169,496.97					
SUBTOTAL	338,993.95	57,776.43	64,239.58	68,777.29	65,443.37	72,998.10
FLUJO NO OPERACIONAL	-169,496.97	-57,776.43	-64,239.58	-68,777.29	-65,443.37	-72,998.10
FLUJO NETO	-169,496.97	53,294.45	67,334.02	86,374.44	116,823.20	140,450.55
SALDO INICIAL DE CAJA	-	-169,496.97	-116,202.52	-48,868.50	37,505.94	154,329.14
SALDO FINAL DE CAJA	-169,496.97	-116,202.52	-48,868.50	37,505.94	154,329.14	294,779.70

Elaborado por: los autores, 2022

El análisis de los flujos permite determinar los indicadores de rentabilidad actualizados, el VAN, TIR y período de recuperación del capital; permiten determinar si es conveniente invertir o no en el proyecto.

Los indicadores de rentabilidad de la inversión obtenidos son:

- El valor actualizado neto (VAN) = \$131,414.22 (dólares) > 0 significa que el proyecto cubre sus costos y genera beneficios para el promotor de la inversión.
- Tasa interna de retorno o de rendimiento (TIR) = 37.32% > Tasa de actualización como requisito de aceptación.
- Período de recuperación del capital igual a 3 años 2 meses, demuestra que a partir del cuarto año de ejecutada la inversión todos los ingresos son beneficios netos del proyecto

Figura 20: Los indicadores de rentabilidad de la inversión

TIR.	37.32%
VAN	\$131,414.22
B/C	\$1.97
PAYBACK	3.24

Conclusiones

1. La producción de residuos plásticos en la ciudad de Macas es de 2.9 T/día y se necesitara 0,6 Ton/día para garantizar la disponibilidad de materia prima para que exista una rentabilidad de la planta recicladora. EL costo de producción de 1 Kg de PET estaría alrededor de \$ 1.03 dólares y el costo de venta bordea el precio de \$1.13 dólares existiendo una rentabilidad a partir del 4 año de funcionamiento.
2. Se incentiva el reciclaje de las botellas plásticas generadas por la población en la ciudad de Macas y de las ciudades cercanas, brindando beneficios en la conservación del medio ambiente y recursos naturales, ya que se disminuye la contaminación ambiental en la zona por cada botella reciclada.
3. Existen alternativas viables en las que el PET se puede utilizar en una amplia variedad de productos finales como: fibra, fibra de relleno textil, correas, botellas y envases para usos no alimentarios como detergentes y productos fitosanitarios, elaboración de mangueras,

cinta de gran tenacidad, etc, considerándose como fuente de ingresos para la planta recicladora y ayudaría la preservación de los recursos naturales.

Referencias

1. Acurio, G., et al., (1998). Diagnóstico de la Situación del Manejo de Residuos Sólidos Municipales en América Latina y el Caribe. Publicación conjunta del Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud. Segunda Edición: Serie Ambiental N° 18. 1998. Disponible: <http://www.cepis.org.pe/index.html>.
2. Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA) (2003). “El medio ambiente en Europa: tercera evaluación”. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Disponible en http://reports.es.eea.europa.eu/environmental_assessment_report_2003_10--sum/es/kiev_sum_es.pdf
3. Aimone, G. (2018). El plástico en el mar. *Revista de Marina*, 27-34.
4. AME-INEC-BDE. (2020). Registro de Gestión Integral de Residuos Sólidos.
5. Banco Mundial. (2018). Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
6. Boletín Informativo No. 08-2021 Enfoque Socioeconómico de la Provincia de Morona Santiago.
7. Boletín Técnico No. 04-2020-GAD Municipales (2021). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales.
8. Borrás, C. (2018). ¿Cuánto se recicla en el mundo? Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/cuanto-se-recicla-en-el-mundo-590.html>
9. Castillo, V., Macero, C., Villacreses, L. (2004). Proyecto de inversión para la instalación de una planta recicladora de polietileno tereftalato, Espol, Guayaquil.
10. Castro, V. (2015). Estudio de factibilidad de creación de una empresa recicladora de neumáticos desechados, para la producción de caucho modificador de asfalto, en la provincia de Guayas. Universidad de Guayaquil. Disponible en: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/EC_144b52a446659a8bda2eb29b7e7bc0ac

11. Chausin, C. (2002). Manual de plásticos, Editorial Hispano Europa, Barcelona – España. ISBN: 978-84-255-0190-6
12. Da Silva, D. (2021). ¿Qué es el estudio de mercado y para qué sirve?. Web Content & SEO Associate, LATAM. Disponible en: <https://www.zendesk.com.mx/blog/que-es-estudio-de-mercado/>
13. Giraldo, J. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa recicladora de plástico pet post-consumo en el municipio de La Virginia, Risaralda. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/items/97c1796e-eb4f-40e5-a271-4910788e30cd>
14. Hachi, J., Rodríguez, J. (2010). Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2450/20/UPS-GT000106.pdf>
15. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/search/Poblaci%C3%B3n,+superficie+\(km2\),+densidad+poblacional+a+nivel+parroquial/](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/search/Poblaci%C3%B3n,+superficie+(km2),+densidad+poblacional+a+nivel+parroquial/)
16. <https://www.primicias.ec/noticias/economia/costos-plastico-industria-nacional/>
17. INEC. (2016). Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. Gestión de Residuos Sólidos. Macas un lugar para vivir. Guía Turística. (2007)
18. Organización Panamericana de la Salud. (2002). “Guía metodológica para la preparación de planes directores del manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas”. Washington, D.C., Organización Mundial de la Salud.
19. Parlamento Europeo. (2018). Plásticos en el océano: datos, consecuencias y nuevas normas europeas (Infografía). Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20181005STO15110/plasticos-en-el-océano-datos-efectos-y-nuevas-normas-europeas-infografia>
20. QuimiNet. 2005. QuimiNet.com. 22 de Noviembre. <https://www.quiminet.com/articulos/todo-lo-que-queria-saber-del-pet-2806.htm>.
21. SENPLADES (2013). Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017: Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural. Quito, Ecuador.

22. Solís, M. (2021). La Partida 3915, Importación de desechos plásticos en Ecuador. Universidad Andina Simón Bolívar / GAIA / Alianza Basura Cero Ecuador / VLIR-USO. ISBN: 978-9942-837-59-2

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).