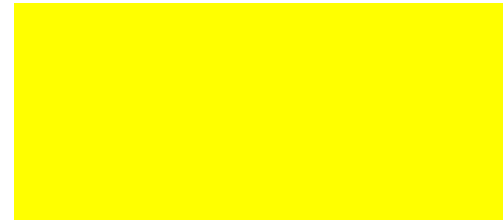




**Universidad Nacional de Córdoba**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas  
y Naturales

Escuela de Ingeniería Industrial



**Estudio de Factibilidad para la  
Implementación de una Planta de  
Pirólisis de Neumáticos**

**VACA CARDOZO, JAIME MAURICIO**





## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecer a Dios por iluminar mi camino para poder culminar este gran desafío.

A mis padres, Jaime y Sonia, por siempre haber puesto toda su confianza en mí desde el primer momento, por apoyarme incondicionalmente no solo en mi formación profesional, sino también en cada momento de mi vida. Y por motivarme e impulsarme a cumplir siempre mis objetivos, sintiendo todo su afecto y presencia a pesar de la distancia.

A mis hermanas, Lorena, Gabriela, Cecilia y Jamie por acompañarme en este camino a pesar de los kilómetros que nos separan.

A mi novia, Sharlin, por nunca dejarme bajar los brazos y hacerme confiar en que siempre puedo llegar a donde me proponga, por su apoyo, cariño y compañía incondicional.

A mi tutor, Dr. Ing. Domingo Cuozzo, por brindarme su tiempo y guiarme en el último tramo de la carrera.

A mis amigos, por todas las experiencias y momentos vividos en este camino.

A todos los docentes que aportaron con su granito de arena en mi formación profesional.

Y finalmente a Argentina y a la UNC por abrirme sus puertas y brindarme todas las herramientas para lograr la formación que tengo hoy.



## RESÚMEN

El proyecto en estudio tiene como fin determinar la factibilidad de instalar una planta de pirólisis de neumáticos en la ciudad de Tarija – Bolivia. Dicha planta utiliza materiales reciclados para obtener un producto que se puede comercializar y, por ende, generar beneficios económicos. Para lo cual en los primeros capítulos del proyecto se detalla la justificación del proyecto y sus objetivos. Para el análisis de factibilidad se realizan tres estudios básicos, los cuales son el estudio de mercado, el estudio técnico y el estudio económico. En el primer estudio mencionado es fundamental el análisis de las condiciones del mercado al cual se introduce la empresa, aspectos como la demanda del producto y el producto competidor son destacables en este punto. Posteriormente el estudio técnico permite conocer las características y especificaciones técnicas de la planta para cumplir con los requisitos del mercado. En el estudio técnico la capacidad de la instalación y los requerimientos para la producción, distribución y almacenamiento son puntos importantes a la hora de analizar la factibilidad del proyecto. Por último, el estudio económico es la instancia que determina si el proyecto tiene rentabilidad para el inversor, a partir del armado del flujo de fondos, que considera las distintas inversiones, costes, depreciaciones y financiamientos del proyecto, en este punto se decide si es conveniente invertir o no invertir, en el mismo. Con la conclusión de los tres estudios se determina si el proyecto es factible económicamente para el inversor.



## **ABSTRACT**

The purpose of the project under study is to determine the feasibility of installing a tire pyrolysis plant in the city of Tarija - Bolivia. This plant uses recycled materials to obtain a product that can be marketed and, therefore, generate economic benefits. For which in the first chapters of the project the justification of the project and its objectives are detailed. For the feasibility analysis, three basic studies are carried out, which are the market study, the technical study and the economic study. In the first study mentioned, the analysis of the market conditions to which the company is introduced is important, aspects such as the demand for the product and the competing product are important at this point. Subsequently, the technical study allows to know the characteristics and technical specifications of the plant to meet the market requirements. In the technical study, the capacity of the facility and the requirements for production, distribution and storage are important points when analyzing the feasibility of the project. Finally, the economic study is the instance that determines if the project is profitable for the investor, from the assembly of the flow of funds, which considers the different investments, costs, depreciation and financing of the project, at this point it is decided if it is convenient to invest or not to invest in it. With the conclusion of the three studies, it is determined if the project is economically feasible for the investor.



## INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>3</b>
<b>RESÚMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	16
<b>OBJETIVO .....</b>	<b>20</b>
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
1.3 OBJETIVOS ACADÉMICOS .....	20
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
2.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....	22
2.1.1 Estudio de mercado.....	22
2.1.2 Estudio técnico .....	23
2.1.3 Estudio económico .....	23
2.2 LAS FUERZAS DE PORTER.....	27
2.3 ANÁLISIS FODA .....	29
2.4 CARGAS IMPOSITIVAS.....	31
2.4.1 IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA) .....	31
2.4.2 IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES (IT) .....	32
2.4.3 IMPUESTO A LAS UTILIDADES DE LAS EMPRESAS (IUE) .....	32
<b>ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>34</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO .....	34



3.1.1 Aceite Combustible.....	34
3.2 ANÁLISIS DE LAS FUERZAS DE PORTER.....	35
3.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	37
3.3.1 Demanda en el segmento de mercado .....	38
3.4 PRECIO .....	42
3.5 ANÁLISIS FODA .....	44
<b>ESTUDIO TÉCNICO .....</b>	<b>46</b>
4.1 TECNOLOGÍA.....	46
4.1.1 Descripción de la tecnología:.....	46
4.1.2 Capacidad de la planta: .....	49
4.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN .....	51
4.2.1 Descripción del proceso de producción .....	51
4.2.2 Flujograma.....	52
4.3 MATERIA PRIMA .....	53
4.3.1 DEFINICIÓN DEL NEUMÁTICO. ....	54
4.3.2 COMPOSICIÓN DEL NEUMÁTICO.....	54
4.4 REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA .....	56
4.5 REQUERIMIENTO DE SERVICIOS .....	57
4.5.1 Agua.....	57
4.5.2 Energía eléctrica .....	58
4.6 DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO.....	58
5.6.1 Abastecimiento de materia prima.....	61
5.6.2 Requerimientos de elementos de protección personal.....	62
4.7 LAY OUT DE PLANTA .....	63
<b>ESTUDIO ECONÓMICO.....</b>	<b>66</b>



5.1 COSTOS .....	66
5.1.1 Costos anuales de mano de obra .....	66
5.1.2 Costos anuales de servicios .....	67
5.1.3 Costos logísticos anuales .....	67
5.1.4 Costos administrativos anuales .....	67
5.1.4 Costos de equipos de protección personal anuales.....	68
5.2 GANANCIA POR VENTA DEL PRODUCTO .....	68
5.3 INVERSIÓN .....	72
5.3.1 Inversión en obras civiles .....	72
5.3.2 Importación de la planta .....	72
5.3.3 Equipamiento administrativo .....	72
5.3.4 Equipamiento logístico .....	73
5.3.5 Inversión en capital de trabajo .....	73
5.4 FLUJO DE FONDOS .....	75
5.4.1 Depreciación .....	75
5.4.2 Flujo de fondos sin financiamiento .....	76
5.4.3 Flujo de fondos con financiamiento .....	77
5.5 EVALUACIÓN FINANCIERA .....	78
5.5.1 Valor Actual Neto (VAN) .....	78
5.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	79
5.5.3 Apalancamiento financiero .....	80
5.5.4 Periodo de Recuperación de Capital (PRI).....	81
5.5.5 Razón Beneficio - Costo .....	82
5.5.6 Análisis de Sensibilidad.....	83
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>





<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>90</b>
Guías de internet .....	90
<b>ANEXOS.....</b>	<b>92</b>
ANEXO 1 – PROPUESTA PARA PLANTA DE PIROLISIS (EQUIPO PRODUCTIVO) .....	92
ANEXO 2 – PRESUPUESTO PLANTA DE PIROLISIS ECOBESTON .....	95
ANEXO 3 – CARACTERISTICAS, SEGURIDAD Y EMBALAJE DE LA PLANTA.....	98
ANEXO 4 – CERTIFICACIÓN DE LA PLANTA DE PIROLISIS DE BESTON .....	102
ANEXO 5 – COSTO DE MANO DE OBRA.....	106
ANEXO 6 – TARIFARIO BANCO DE CREDITO DE BOLIVIA.....	107
ANEXO 7 – AMORTIZACIÓN DE LA DEUDA.....	108
ANEXO 8 – LAYOUT DE PLANTA.....	109
ANEXO 9 – REPORTE DE ANALISIS DE PRODUCTO .....	110



## LISTA DE FIGURAS

<b>Ilustración 1: Depósito de residuos. ....</b>	<b>16</b>
<b>Ilustración 2: Ciclo de producción. ....</b>	<b>17</b>
<b>Ilustración 3: El modelo de la estructura competitiva de Porter (Kotler 2001). ....</b>	<b>28</b>
<b>Ilustración 4: Importancia del análisis FODA (Bolivia emprende). ....</b>	<b>31</b>
<b>Ilustración 5: Matriz FODA. ....</b>	<b>44</b>
<b>Ilustración 6: Tecnología de planta de pirólisis montada. ....</b>	<b>49</b>
<b>Ilustración 7: Flujograma del proceso. ....</b>	<b>53</b>
<b>Ilustración 8: Composición del neumático. ....</b>	<b>55</b>
<b>Ilustración 9: Barril de aceite combustible. ....</b>	<b>58</b>
<b>Ilustración 10: Carga en camiones transportadores. ....</b>	<b>59</b>
<b>Ilustración 11: Mula de carga. ....</b>	<b>59</b>
<b>Ilustración 12: Paletización de barriles. ....</b>	<b>60</b>
<b>Ilustración 13: Equipos de protección personal. ....</b>	<b>62</b>
<b>Ilustración 14: Gráfico Apalancamiento Financiero. ....</b>	<b>81</b>
<b>Ilustración 15: Perfil de Liquidez FF sin Financiamiento. ....</b>	<b>82</b>
<b>Ilustración 16: Perfil de Liquidez FF con Financiamiento. ....</b>	<b>82</b>
<b>Ilustración 17: Gráfico análisis de sensibilidad. ....</b>	<b>84</b>



## LISTA DE FIGURAS

Tabla 1: Comparación de poder calorífico de distintos combustibles. ....	35
Tabla 2: Análisis de la Demanda.....	41
Tabla 3: Precio Final al consumidor GAS.....	42
Tabla 4: Precio Final al consumidor GAS por cada 1000 metros cúbicos. ....	43
Tabla 5: Capacidad de la planta BLJ-3.....	50
Tabla 6: Producción de aceite mensual. ....	50
Tabla 7: Necesidad de mano de obra. ....	56
Tabla 8: Necesidad de barriles. ....	60
Tabla 9: Necesidades para distribución y almacenamiento.....	61
Tabla 10: Tiempo recolección Pampa Galana. ....	61
Tabla 11: Tiempo de recolección interna.....	62
Tabla 12: Equipos de protección personal. ....	63
Tabla 13: Costo anual de mano de obra. ....	66
Tabla 14: Costo anual de servicios básicos. ....	67
Tabla 15: Costo anual de servicios tercerizados.....	67
Tabla 16: Costos anuales logísticos. ....	67
Tabla 17: Costos administrativos anuales.....	68
Tabla 18: Costos anuales de EPP. ....	68
Tabla 19: Costo Primo.....	69
Tabla 20: Cargas fabriles.....	69
Tabla 21: Costos totales del producto. ....	70
Tabla 22: Obras Civiles.....	72
Tabla 23: Importación del equipo productivo.....	72
Tabla 24: Equipamiento Administrativo. ....	72



<b>Tabla 25: Equipamiento Logístico.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 26: Costos de servicios capital de inversión.....</b>	<b>73</b>
<b>Tabla 27: Costos de servicios tercerizados capital de inversión.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 28: Costos logísticos capital de inversión. ....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 29: Costos administrativos capital de inversión.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 30: Inversión en capital de trabajo.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 31: Depreciación anual según la DS 24051. ....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 32: Flujo de fondos sin financiamiento externo.....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 33: Flujo de fondos con financiamiento externo. ....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 34: Apalancamiento financiero.....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 35: RBC Flujo de Fondos sin Financiamiento. ....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 36: RBC Flujo de Fondos con Financiamiento. ....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 37: VAN en función de los ingresos.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 38: VAN en función de la MOI.....</b>	<b>83</b>



# INTRODUCCIÓN



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está dirigido al análisis de factibilidad de una planta recicladora de neumáticos, para la producción y comercialización de aceite combustible.

Para el proceso de producción de la planta, se utiliza como materia prima neumáticos usados, que una vez procesados dan como producto terminado aceite combustible y como residuo, negro de carbono, alambre de acero y syngas. En este proceso los neumáticos reciclados se colocan dentro de un reactor donde se realiza el proceso de pirólisis, que consiste en el calentamiento a altas temperaturas de la materia prima, en primera instancia se comienzan a agrietar los neumáticos generando gases que luego pasan a alimentar el reactor, una vez que se comienzan a manejar altas temperaturas dentro del reactor, la cantidad de gases se incrementa y estos gases caen en un separador de gases, los gases ligeros se licuan a través de un condensador generándose así el aceite combustible.

Tanto el producto principal (aceite combustible), como los residuos (negro de carbono, alambre de acero y syngas), tiene valor comercial. Sin embargo, a la hora de realizar el estudio de factibilidad y analizar si es conveniente económicamente llevar a cabo una inversión, el proyecto se enfoca en el producto principal únicamente.

El aceite combustible, se presenta como un nuevo producto y como una opción para reemplazar las distintas formas que el mercado de la zona utiliza para la combustión, tales como el gas natural y el carbón entre otros.

Un estudio de factibilidad es aquel que permite conocer si es posible implementar un proyecto con los recursos disponibles y a su vez permite conocer si el proyecto es favorable o desfavorable económicamente para el inversor. En el caso de estudio, el mismo puede dar como resultado que sea conveniente invertir en el proyecto o caso contrario que no sea conveniente la implementación de la planta en la zona.



El proyecto no tiene como único fin el estudio de factibilidad, también busca aportar a la sociedad siendo una planta amigable con el medio ambiente, ya que los neumáticos una vez utilizados son desechados en los vertederos y los mismos no se degradan por sí solos, siendo perjudicial para el medio ambiente. Por lo tanto, la implementación de dicha planta ayudaría a eliminar estos materiales y convertirlos en un producto que se puede utilizar.

Debido al alcance del estudio no se toma en cuenta consideraciones ambientales. Sin embargo, es importante mencionar que tanto los gases de escape como los líquidos residuales, son atenuados o neutralizados por la planta de pirolisis para lograr una menor contaminación a partir del proceso de producción.

Gases de escape: el neumático genera algunos gases durante la pirolisis (alcanos C1 a C4), estos gases pasan por los dispositivos de seguridad y quemadores que los tratan y reduce la contaminación.

Líquidos residuales: a partir del proceso productivo se generan en pequeñas cantidades aguas residuales ácidas débiles. Estos líquidos se agregan al agua y se neutralizan.

El trabajo inicia con una sección donde se disponen los objetivos del trabajo, luego en la sección número 2 se presenta el marco teórico del trabajo, posteriormente en la sección número 3 se encuentra el estudio de mercado, donde se disponen aspectos importantes para el trabajo como el análisis de la demanda y el precio del producto, en el apartado 4 se presentan las cuestiones técnicas, la tecnología necesaria, la capacidad de la instalación, los procesos productivos y las necesidades tanto de materia prima como de mano de obra y servicios para lograr el producto principal de la planta, por último en la sección 5 del trabajo se realiza el estudio económico, donde se presenta la tabla de flujo de fondos con los costos del trabajo, inversiones y proyección de ingresos, en base a la tabla se realiza la evaluación financiera que permite determinar si el proyecto es viable económicamente para el inversor.



## JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La implementación de la planta de pirolisis se llevaría a cabo en la ciudad de Tarija-Bolivia, la cual tiene una población de aproximadamente 591.800 habitantes y está ubicada al sur del país a una altura de 1.854 metros sobre el nivel del mar.

En la actualidad el departamento de Tarija no cuenta con un sistema de procesamiento de desechos de neumáticos, por lo cual los vertederos de la ciudad están repletos de estos materiales que no se degradan por sí solos.

La Empresa Municipal de Aseo Tarija (EMAT) utiliza un extenso terreno en la zona de Pampa Galana para depositar los neumáticos usados. Este terreno es una zona controlada donde la única medida que se tiene con respecto a estos materiales es que ninguna persona tenga acceso a estos residuos y que no perjudiquen el flujo de agua en épocas de lluvia.



*Ilustración 1: Depósito de residuos.*

En el mencionado vertedero se deposita una gran cantidad de neumáticos en desuso, sin embargo, en otras zonas de la ciudad tanto en el interior como en las afueras, se presentan distintos terrenos, talleres y depósitos con estos materiales sin uso ni tratamiento alguno.



En base a la investigación realizada se puede observar claramente que este tema genera un conflicto ambiental para la región, ya que los desechos de neumáticos al no ser biodegradables, son perjudiciales para el medio ambiente.

Teniendo en cuenta toda la información recolectada, se detecta la oportunidad de aprovechar esta situación para invertir en un proyecto que pueda tener los siguientes beneficios:

- Disminuir los desechos de neumáticos de la ciudad, reduciendo la contaminación ambiental de la zona.
- Utilizar reciclados como materia prima para eliminarlos procesándolos y convirtiéndolos en un producto útil y que puede generar ingresos.
- Incentivar a las empresas que trabajan con materiales de combustión, a reemplazarlos por un producto ecológico como lo es el aceite combustible (producto principal obtenido de la planta de pirolisis).
- Generar nuevas fuentes de trabajo para la población.



*Ilustración 2: Ciclo de producción.*

Por otro lado, la ley de gestión integral de residuos de Bolivia, define en el artículo 14 al aprovechamiento de residuos como el conjunto de acciones que permiten



la reutilización de recursos para generar beneficios al medio ambiente y a la economía del país.

Dicha Ley expresa el apoyo del Estado a las entidades recuperadoras o recicladoras, promoviendo a la recuperación y aprovechamiento de los residuos, a través de programas de formalización y asistencia técnica orientada a la mejora de sus condiciones de trabajo y generación de ingresos.



# **CAPÍTULO 1**

## **OBJETIVOS**



## OBJETIVO

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

- El objetivo general del trabajo es analizar la factibilidad de la instalación de una planta de pirólisis de neumáticos para la producción y comercialización de aceite combustible.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el mercado potencial de un nuevo producto que reemplace a otros materiales de combustión.
- Definir la tecnología y los procesos necesarios para llevar a cabo la producción.
- Integrar las inversiones, costos e ingresos del trabajo para evaluar el mismo económicamente.
- Reducir la cantidad de desechos de los vertederos que son perjudiciales para el medio ambiente, eliminándolos y convirtiéndolos en algo útil.

### 1.3 OBJETIVOS ACADÉMICOS

- Aplicar los conocimientos de las materias cursadas a lo largo de la carrera.
- Relacionar los contenidos de las materias estudiadas para tener una mirada más amplia.
- Poner en práctica todas las herramientas de análisis, investigación, trabajo y presentación aprendidas.
- Desarrollar una cultura de investigación y aprendizaje constante.



## **CAPÍTULO 2**

# **MARCO TEÓRICO**



## MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo se analiza la factibilidad de implementar una planta de pirólisis en la ciudad de Tarija, Bolivia. Para lo cual es necesario mencionar y describir conceptos y fundamentos que sirvan para la lectura interpretativa del proyecto.

### 2.1 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Un estudio de factibilidad es la etapa del análisis de un proyecto de inversión, donde se realizan los estudios más rigurosos y con las respectivas fuentes primarias, es decir las más confiables que se puedan obtener, en esta etapa se recopila la información más precisa y relevante, que brinde los fundamentos necesarios al inversor a la hora de tomar la decisión de llevar a cabo el proyecto o descartarlo. (ILPES).

Para realizar el estudio de factibilidad se realizan 3 principales estudios que se detallan a continuación:

#### 2.1.1 Estudio de mercado

En primer lugar, definimos mercado como “el conjunto de todos los compradores actuales y potenciales de un producto o servicio” (Kotler y Armstrong, 2003). Es un conjunto de individuos que tienen necesidades particulares que los convierten en consumidores de un producto o servicio en cuestión.

Un estudio de mercado implica un análisis de los consumidores o clientes, los cuales van a tener necesidades en común a partir de las cuales se va a definir la oferta y demanda de un producto determinado. En el estudio de mercado es importante conocer a la competencia y realizar un análisis, tanto de las ventajas que se pueda tener frente a la misma y la información necesaria que al final servirá para que este estudio determine el precio adecuado del producto.

Este estudio mostrará como resultado principalmente la siguiente información importante para la toma de decisiones:

- La cantidad de demanda actual del producto, que sirve para analizar tanto como se comporta el mercado como para hacer estimaciones futuras.
- La cantidad de la demanda del mercado que se espera poder atender.



- La capacidad de planta que debe ser instalada para cubrir con la demanda del mercado.
- Los competidores que se presentan en el mercado al cual se analiza ingresar.

### 2.1.2 Estudio técnico

El estudio técnico es la parte del estudio de factibilidad que contempla la ingeniería del proyecto en cuestión, los aspectos que incluyen este estudio son:

- La tecnología adecuada para la producción de la planta.
- El proceso productivo necesario para la producción del bien o servicio que se va a ofrecer.
- La localización de la organización.
- El tamaño óptimo según la demanda del mercado.
- El Lay Out de la planta.
- Los recursos necesarios.

En base a la información proporcionada por el estudio de mercado, se puede realizar el planteamiento del Estudio Técnico, y una vez finalizado este estudio, se puede realizar el estudio económico-financiero, el cual será determinante a la hora de decidir la factibilidad del proyecto.

*“Consiste en resolver las preguntas referentes a dónde, cuándo, cuanto, cómo y con qué producir lo que se desea, por lo que el aspecto técnico operativo de un proyecto comprende todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto” (Baca, 2001).*

### 2.1.3 Estudio económico

El estudio económico es decisivo a la hora de tomar decisiones, se nutre de las investigaciones realizadas en los estudios de mercado y técnico, determina el monto de recursos económicos necesarios para el funcionamiento del proyecto.



Para la realización de este estudio se utilizan como base los siguientes conceptos:

- **Flujo de fondos:**

El flujo de fondos o también conocido como flujo de caja, es una herramienta que integra la información proveniente de los distintos estudios que se realizan durante el análisis del proyecto, con el fin de determinar la conveniencia económica de llevar a cabo una inversión. (Formulación y Evaluación de Proyectos, 2021).

Para la realización del flujo de fondos se construye un cuadro donde se ingresan datos tanto de los beneficios esperados a partir del proyecto, como los gastos de funcionamiento e inversiones necesarias cuantificados monetariamente, todo esto considerando un periodo determinado de estudio.

- **Tasa atractiva de rentabilidad (TAR)**

La tasa atractiva de rentabilidad (TAR) o tasa de descuento ( $r$ ), es un índice que corresponde a la rentabilidad que el inversionista exigirá de la inversión realizada, después de haber renunciado a otros posibles usos de este recurso.

Esta tasa se utiliza para conocer el valor del capital invertido en el proyecto por cada periodo de tiempo a lo largo del horizonte de evaluación. Para estimar este valor se utiliza el denominado Costo de Oportunidad (CO), este costo representa la rentabilidad que se deja de obtener al no haber utilizado el capital invertido en otro proyecto.

Al Costo de oportunidad mencionado, se le debe agregar el Premio por Riesgo (PR), este es un valor que se representa como la compensación o recompensa que espera el inversionista por el hecho de tomar el reto de invertir en el proyecto.

Es decir que, la TAR es un indicador para evaluar la conveniencia de llevar a cabo un proyecto. Y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{TAR} = r = \text{CO} + \text{PR}$$





Sabiendo que el Costo de Oportunidad nos indica el valor del capital invertido en el horizonte de evaluación del proyecto, sin duda la Tasa de Rentabilidad no puede tener valores por debajo del Costo de Oportunidad del capital invertido.

- **Valor Actual Neto (VAN)**

Este valor es el resultado de la diferencia entre la suma de los flujos de caja netos en el horizonte estudiado y la inversión inicial realizada. El resultado puede presentarse de 3 formas: para valores positivos la inversión es conveniente para el inversor ya que significaría que se generan beneficios a partir de la inversión, en caso contrario cuando el VAN es negativo la inversión no genera las ganancias esperadas y por último, en el hipotético caso de que el VAN sea 0, la inversión no tiene relevancia.

La expresión matemática utilizada para el cálculo del VAN es la siguiente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FN_t}{(1+r)^t} - I_0$$

De donde:

- $FN_t$  = Flujo Neto en el periodo t
- $r$  = Tasa de descuento.
- $n$  = Cantidad de periodos.
- $I_0$  = Inversión inicial.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Sabiendo que, a partir del valor de un VAN igual a 0, el proyecto es conveniente, lo que significa que la suma de los flujos de caja y la inversión inicial es igual, la TIR lo que determina es, hasta que valor puede el inversionista aumentar la tasa de rentabilidad.

Si el VAN es igual a 0:



$$\sum_{t=1}^n \frac{FN_t}{(1+i)^t} - I_0 = 0$$

Esto representa que, en el punto en el que el VAN es igual a 0, la Tasa de Rentabilidad y la Tasa Interna de Descuento se igualan.

$$\text{TAR} = \text{TIR}$$

En el caso de que la TIR sea mayor a la TAR, el proyecto es aceptable y es conveniente para el inversor, en cambio si la TAR es mayor el proyecto no generara las ganancias esperadas.

- **Periodo de Recuperación de inversión (PRI)**

Como su nombre lo dice la PRI da un valor del tiempo de retorno del capital invertido, el cálculo del Periodo de Recuperación de Inversión se puede calcular de dos formas:

- Acumulando los Flujos de Fondos Netos de cada periodo hasta igual a la inversión inicial.
- Acumulando los Valores Actuales de cada Flujo de Fondos de cada periodo hasta igualar a 0 con la inversión.

- **Relación Beneficio/Costo (B/C)**

El valor representa la razón de hacer el cociente entre la sumatoria de los beneficios del proyecto y todos los costos del mismo, estos valores deben ser presentes o actualizados. Esta relación se puede analizar de la siguiente manera: Para valores mayores a 1 el proyecto tiene más beneficios que costos, en cambio si el valor es menor a 1, entonces el proyecto no cumple con las expectativas y no es conveniente invertir en él.



- **Análisis de sensibilidad**

El estudio de la sensibilidad se realiza para determinar cuánto varían los indicadores calculados anteriormente como el VAN, TAR, etc. Con respecto a la variación de los distintos valores que se utilizan para el cálculo del flujo de fondos del proyecto.

Por lo tanto, es necesario realizar un análisis de sensibilidad para conocer cuan sensible es el análisis realizado al cambio de algunas variables críticas del flujo de fondos planteado.

El análisis de sensibilidad se puede realizar de dos maneras:

- Forma unidimensional, cambiando una variable a la vez.
- Multidimensional, cambiando varias variables en simultaneo.

## 2.2 LAS FUERZAS DE PORTER

Esta metodología desarrollada por Michael Porter, es una herramienta utilizada para analizar las amenazas y oportunidades que puede presentar el mercado de una empresa determinada. (Porter, 2009)

Las fuerzas de Porter ayudan a entender y conocer a la competencia y a la posición de la empresa en el mercado. Analiza el entorno cercano a la empresa y también amplía el horizonte a posibles nuevos competidores, con una mirada al futuro la metodología de Porter permite establecer las estrategias que podrán potenciar las fortalezas y aprovechar las oportunidades que presente la empresa. Y de la misma manera disminuir las debilidades y afrontar de mejor manera las amenazas.



*Ilustración 3: El modelo de la estructura competitiva de Porter (Kotler 2001).*

#### **1) Rivalidad y competencia del mercado:**

La primera fuerza es la que determina la posición de la empresa en el mercado y frente a las empresas rivales. El centro de las fuerzas de Porter determina el nivel de competencia que existe en el mercado.

#### **2) Amenaza de entrada de nuevos competidores:**

Dependiendo del segmento del mercado en el que el negocio este inserto, el nivel de dificultad para que nuevos competidores ingresen a dicho mercado va a tener distintas características.

Las entradas de nuevos competidores van a depender de las barreras que creen los competidores ya existentes en el mercado, estas barreras dificultan la entrada de nuevos competidores y por lo tanto se traducen en un beneficio para los que ya se encuentran establecidos en el mercado.



### **3) Amenaza de productos sustitutos:**

Un producto sustituto es aquel producto similar al de la empresa en estudio y que puede llegar a satisfacer las mismas necesidades, lo cual se traduce en una amenaza para la empresa y es por eso que la tercera fuerza de Porter analiza estos nuevos competidores que pueden aparecer.

### **4) Poder de negociación con los proveedores:**

El poder de negociación de los proveedores determina cuanto depende la posición de la empresa en el mercado, de quien proporciona la materia prima para la producción. Cuando la materia prima presenta dificultad de ser conseguida o requiera de una importante tecnología que pocas organizaciones pueden proporcionar, entonces se considera que el proveedor tiene un alto poder de negociación y a medida que los materiales requeridos sean comunes en el mercado y presenten sustitutos, el poder de los proveedores disminuye.

### **5) Poder de negociación con los clientes:**

En la quinta y última fuerza determina el poder que los clientes tienen sobre los vendedores o viceversa. A medida que en el mercado exista un mayor nivel de competencia, el cliente tendrá un mayor poder de negociación en el mercado, ya que, puede elegir entre distintas opciones a la hora de adquirir el producto. Por otro lado, si el mercado presenta pocas empresas que cuenten con los recursos o tecnología necesaria para la producción o para brindar un servicio determinado, el vendedor tiene el poder de negociación sobre los clientes.

## **2.3 ANÁLISIS FODA**

El análisis FODA o DAFO es una herramienta de análisis que se utiliza para la determinación de la posición estratégica de las empresas.

Según Kotler (2000), es una herramienta de apoyo para la toma de decisiones, utilizada para analizar los ambientes internos y externos de una organización.



La herramienta FODA consiste en la construcción de una matriz, donde se identifican los factores externos, clasificados como oportunidades y amenazas y los factores internos que afectan a la organización como fortalezas y debilidades.

Posteriormente se contraponen los factores internos con los externos y se plantean las siguientes estrategias:

- **Estrategia Ofensiva:** Aquella que aprovecha las oportunidades que presenta la organización a partir de las fortalezas de la misma.
- **Estrategia Defensiva:** Son las estrategias que se utilizan para evitar las amenazas que se presentan haciendo uso de las fortalezas de la organización.
- **Estrategia Adaptativa:** Son aquellas estrategias que buscan aprovechar las oportunidades que se presentan para reducir o superar las debilidades.
- **Estrategia de Supervivencia:** Es aquella estrategia que busca reducir o evitar las amenazas conociendo las debilidades que se tiene.

Se puede definir a los factores de la matriz FODA de la siguiente manera:

- **Fortalezas:** Atributos o destrezas que una industria o empresa contiene para alcanzar los objetivos, se traducen en ventajas competitivas.
- **Debilidades:** Factores desfavorables para la ejecución de los objetivos, son barreras que dificultan alcanzar las metas y que se deben eliminar o reducir.
- **Oportunidades:** Aspectos positivos que se presentan en el entorno y que se pueden aprovechar a partir de las fortalezas de la empresa.
- **Amenazas:** Aspectos externos que pueden afectar negativamente al logro de los objetivos de la empresa, estos pueden generar barreras para su óptimo funcionamiento.



*Ilustración 4: Importancia del análisis FODA (Bolivia emprende).*

## 2.4 CARGAS IMPOSITIVAS

Según la ley N° 1606 de 22.12.94; Decreto Supremo Reglamentario N° 24049 de 30.06.95, se presenta el impuesto al valor agregado (IVA), impuesto a las transacciones (IT) e impuesto a las utilidades de las empresas (IUE).

### 2.4.1 IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (IVA)

Es un tributo al que están obligadas las empresas que facturan por la venta de bienes y servicios. Este impuesto cae directamente sobre el consumidor del bien y es tomado en cuenta para establecer el precio de venta del producto, por lo tanto, está incluido dentro del precio en la factura.

El impuesto aplica a las actividades de venta de productos y mercaderías y prestación de servicios. Teniendo la obligación de realizar los pagos a mes vencido del 13% del total del valor del producto más las utilidades.



#### **2.4.2 IMPUESTO A LAS TRANSACCIONES (IT)**

El impuesto a las transacciones es un tributo que cae sobre las empresas públicas o privadas que realizan actividades lucrativas.

El impuesto aplica a las actividades incluidas en el impuesto al valor agregado. El monto de la alícuota es del 3% sobre el valor total general.

#### **2.4.3 IMPUESTO A LAS UTILIDADES DE LAS EMPRESAS (IUE)**

El impuesto recae sobre las utilidades de las empresas que se demuestran a través de los estados financieros. Son consideradas las empresas que tengan un sistema de producción en actividades industriales, de servicios y comerciales.

Aplica a empresas privadas y públicas de la misma forma, debiendo realizar el pago de la alícuota del 25% de la utilidad neta. Se considera un periodo de doce meses y dependiendo de las diferentes fechas de cierre, se toman hasta 120 días posteriores para efectuar el pago.

Sin embargo, existen actividades excluidas de este impuesto. Las instituciones sin fines de lucro, de beneficencia, religiosas, educativas, culturales, científicas, ecológicas, deportivas, políticas, gremiales. Todas estas actividades quedaran exentas del pago del impuesto a las utilidades.





## **CAPÍTULO 3**

# **ESTUDIO DE MERCADO**



## ESTUDIO DE MERCADO

Para el presente estudio de factibilidad es de suma importancia conocer las características del mercado en el cual se encontrará inmersa la empresa, ya que la información que brinda el mercado permite conocer una estimación de los ingresos que puede tener la empresa, que al final será lo que determine si realmente el proyecto es rentable. (Sapag Chain N & Sapag Chain, R, 2000).

### 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Un producto es cualquier bien o servicio que tiene como fin satisfacer necesidades o deseos de un mercado determinado. El producto principal de la planta y sobre el cual se basa el proyecto es el aceite combustible.

#### 3.1.1 Aceite Combustible

El aceite combustible o también conocido como “Fuel Oil” es un tipo de combustible que debido a su alto valor calorífico es un buen combustible alternativo para las industrias con procesos de energía intensiva.

Este combustible derivado de los neumáticos desechados normalmente se utiliza para suplementar al carbón y a la madera, por lo tanto, es ampliamente utilizado en industrias como la siderurgia y el hierro, la cerámica, industrias cementeras, industria química o utilizado para generadores de petróleo pesado para generar electricidad entre otros usos.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (APA) destaca una serie de características positivas o ventajas que presenta el aceite combustible a partir de neumáticos:



- Producen la misma cantidad de energía que la gasolina, entre un 25% a 50% más energía que el carbón bituminoso y entre un 100% a 200% más energía que la madera.
- Además de ser más baratos que los combustibles fósiles reducen la necesidad de utilizar estos.
- La combustión de neumáticos produce menos emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y óxidos de azufre (SOx).
- La ceniza resultante contiene menos metales pesados que ciertos tipos de carbón, y en hornos industriales cementeros, dicha ceniza se convierte en parte del producto.

El poder calorífico del gas natural es de 35.700 a 40.000 kJ/kg, mientras que para el aceite combustible producido por la planta de pirolisis es de 40.210 a 42.755 kJ/kg, certificado por la **SGS S.A. (Société Générale de Surveillance)** (anexo 9).

Poder Calorífico	
Gasolina	43.400 MJ/kg
Aceite combustible	40.210 MJ/kg
Gas natural	35.700 MJ/kg
Carbón	27.000 MJ/kg
Madera	19.000 MJ/kg

*Tabla 1: Comparación de poder calorífico de distintos combustibles.*

### 3.2 ANÁLISIS DE LAS FUERZAS DE PORTER

Esta herramienta es útil para determinar si el mercado presenta una buena opción y permite a la empresa establecer y planificar estrategias que potencien sus oportunidades o fortalezas frente a las amenazas y debilidades.

Para analizar las 5 fuerzas de Porter que competen al proyecto, en primer lugar, se definen elementos importantes:



- **Cientes:** Los clientes directos que presenta la empresa en estudio son aquellas empresas que utilizan la combustión para su funcionamiento, como lo son las empresas de productoras de cerámicas y cemento. Y también las empresas constructoras que alimentan sus generadores con combustibles.
- **Proveedores:** La empresa utiliza como materia prima neumáticos reciclados, por lo tanto, en el proyecto no se considera un proveedor del material.
- **Producto sustituto:** El aceite combustible se presenta como una alternativa frente a los combustibles ya conocidos, sin embargo, hoy en día existe una tendencia a buscar alternativas que sean amigables con el medio ambiente como el aceite combustible a base de plástico PET reciclado, que tiene características similares al producto de la planta en estudio.
- **Competidores:** Los competidores en la región principalmente son las empresas de gas y combustibles como la gasolina y Diesel.

A continuación, se presentan las 5 Fuerzas de Michael Porter para la empresa en estudio:

### **1) Rivalidad y competencia del mercado:**

El caso del mercado al cual atendería la empresa que se estudia en el presente proyecto, presenta una diversificación de competidores y productos, ya que los elementos utilizados para la combustión abarcan desde el uso de leña y carbón, hasta la utilización de gas y algún tipo de combustible fósil. Lo cual favorece a la entrada de un nuevo producto que se favorezca por la diferenciación.

### **2) Amenaza de entrada de nuevos competidores:**

El mercado al cual atendería la empresa tiene una gran diversificación de productos y la entrada de nuevos competidores no tiene muchas limitaciones, excepto en algunos casos que tienen que cumplir con requisitos gubernamentales para su producción, sin embargo, el producto del proyecto posee una gran ventaja de diferenciación frente algunos de los productos del mercado.



### **3) Amenaza de productos sustitutos:**

En el caso del aceite combustible, este se presenta como un producto sustituto para productos como la madera, el carbón, gas natural e incluso gasolina y diesel, para la utilización en la industria. Sin embargo, existen distintas alternativas de combustibles a base de materia prima reciclada como el combustible a base de plástico PET reciclado, entre otros, que pueden presentarse como productos sustitutos, ya que tienen la propiedad de poder satisfacer las mismas necesidades que el aceite combustible presentado en el proyecto en estudio.

### **4) Poder de negociación con los proveedores:**

Para el proceso de pirólisis, la materia prima utilizada son materiales reciclados, más específicamente caucho (neumáticos) que se pueden adquirir sin necesidad de un proveedor, por lo tanto, esta fuerza planteada por Porter no aplica para la empresa.

### **5) Poder de negociación con los clientes:**

El mercado al cual se insertará la empresa del proyecto presenta a grandes empresas establecidas en el mismo, por lo cual el poder de negociación se presenta como una debilidad para la empresa, sin embargo, los bajos precios del producto y la innovación podrían ser un punto a favor a la hora de llegar a los clientes.

## **3.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

El análisis de la demanda es la búsqueda de entender la demanda de los consumidores hacia un producto o servicio en un mercado objetivo. La demanda particularmente son las cantidades necesarias para abastecer el consumo de los clientes actuales o potenciales de un mercado.

La demanda debe ser cuantificada en unidades físicas, lo cual permite establecer la cantidad que se desea satisfacer con el producto de la empresa.



### 3.3.1 Demanda en el segmento de mercado

Debido al tipo de uso para el cual está hecho el producto principal del presente proyecto, los sectores del mercado a los cuales se enfocan los estudios son los siguientes:

- **Fábricas de cerámica:** Siendo el sector más representativo, que cuenta con el mayor porcentaje de la demanda de la zona. Las empresas que están dentro de este sector y que serán los principales clientes debido a su alto consumo son:
  1. Cerámica Guadalquivir.
  2. Cerámica San Luis.
  3. Cerámica Narváez.
  4. Sicomac Ltda.
  5. Incertar.
  6. Cerámica Paula.
  
- **Grupos electrógenos o generadores:** Este sector consiste principalmente en las empresas constructoras, hoteles, talleres o instalaciones donde se utiliza de manera constante o alternativa un generador de electricidad que convierta la capacidad calorífica en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica.
  
- **Fábricas de vidrio laminado:** Este sector cuenta con 8 pequeñas empresas en la zona que tienen una demanda mucho menor, debido a su bajo consumo en comparación con las empresas mencionadas anteriormente.

Para estimar la demanda del aceite combustible o “Fuel Oil” en el mercado primero se realiza una recopilación de datos de consumo en las distintas empresas antes mencionadas, para poder tener una estimación mensual por empresa y también la demanda anual en el mercado.



En base a la información de la tabla 1, se realiza el cálculo de equivalencia entre el aceite combustible y el gas natural para poder realizar posteriormente el cálculo de la demanda en litros de aceite.

Para relacionar energéticamente dos tipos de combustible se necesita conocer los poderes caloríficos de cada uno y en este caso, también es necesario encontrar la equivalencia de un combustible gaseoso (gas natural) y uno líquido (aceite combustible).

A continuación, se presenta el método de cálculo de equivalencia:

1. Recolección de datos:

a. Poderes caloríficos:

**Tabla poderes caloríficos**

b. Densidad de los combustibles:

Tabla de densidades

2. Cálculo de cantidad de energía por unidad de volumen:

a. Gas natural:

$$\rho * Poder\ calorífico = \frac{energía}{volumen}$$

$$0,737 \frac{kg}{m^3} * 35.700 \frac{kJ}{kg} = \frac{energía}{volumen}$$

$$26310,9 \frac{kJ}{m^3}$$

b. Aceite combustible:

$$\rho * Poder\ calorífico = \frac{energía}{volumen}$$

$$917,8 \frac{kg}{m^3} * 40.210 \frac{kJ}{kg} = \frac{energía}{volumen}$$



$$36904738 \frac{kJ}{m^3}$$

3. Con los anteriores datos se calcula el equivalente energético entre ambos combustibles:

$$Eq = \frac{36904738 \frac{kJ}{m^3} \text{ aceite}}{26310,9 \frac{kJ}{m^3} \text{ gas}}$$

$$Eq = 1402,64 \text{ aceite combustible/gas}$$

Es decir que, 1 m<sup>3</sup> de aceite combustible equivale a 1402,64 m<sup>3</sup> de gas natural.

4. Por último, se realiza el cálculo de la cantidad de litros que se necesitan por unidad de volumen:

*Litros de aceite combustible*

$$= 1402,64 \frac{m^3 \text{ de gas natural}}{m^3 \text{ de aceite}} * \frac{m^3 \text{ aceite combustible}}{1000 \text{ litros de aceite}}$$

$$\text{Litros de aceite combustible} = 1,40264 \text{ litros}$$

A continuación, se presentan los datos de los consumos recopilados de cada uno de los sectores antes mencionados, para así llegar a una estimación de la demanda del producto:





FÁBRICAS DE CERÁMICA	METROS CÚBICOS MENSUALES (GAS)											Promedio mensual en metros cúbicos (gas)	Litros de Aceite Combustible Mensual
	AGOSTO	SEPTIEMBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO		
Cerámica Guadalquivir	6.840.549	6.248.218	6.042.848	6.913.182	6.725.351	6.354.423	6.405.482	6.637.146	6.140.072	6.472.165	6.730.138	5.959.131	4.250.450
Cerámica San Luis	4.868.576	4.855.793	4.867.324	5.179.361	5.165.232	5.054.975	4.965.846	4.952.317	4.978.268	5.065.745	5.129.688	4.590.260	3.274.080
Cerámica Narvaez	1.258.922	1.323.692	1.325.857	1.566.723	1.556.981	1.236.985	1.224.481	1.178.599	1.275.849	1.385.513	1.323.364	1.221.414	871.194
Sicomac Ltda	750.546	654.822	697.134	803.447	795.200	716.233	724.821	746.802	680.495	643.368	698.619	659.291	470.250
Incertar	159.820	200.482	133.157	286.703	245.802	199.525	178.182	137.692	156.827	175.801	192.550	172.212	122.833
Cerámica Paula	104.352	110.581	98.374	152.410	170.519	128.513	107.824	146.328	115.405	134.289	157.083	118.807	84.741
												12.721.114	9.073.548

FÁBRICAS DE VIDRIO LAMINADO	Promedio mensual en metros cúbicos (gas)	Promedio por las 8 empresas (metros)	Litros de Aceite Combustible Mensual
8 Empresas de vidrio laminado	5.000	40.000	28.531

GENERADORES	Promedio mensual en metros cúbicos (gas)	Litros de Aceite Combustible Mensual
Empresas constructoras y otros	2000000	1.426.534

CONSUMO TOTAL DEL MERCADO	Litros de Aceite Combustible Mensual
FÁBRICAS DE CERÁMICA	9.073.548
FÁBRICAS DE VIDRIO LÁMINADO	28.531
GENERADORES	1.426.534
TOTAL	10.528.612

Tabla 2: Análisis de la Demanda.



### 3.4 PRECIO

En el segmento del mercado al cual se va a insertar el producto del proyecto, los precios tanto para el mercado interno como el externo vienen fijados por el gobierno de la nación, particularmente por la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH).

Estos precios finales al consumidor, que son los precios máximos al que los productos pueden ser vendidos, están expresados por la “Ley de Hidrocarburos” y el reglamento sobre el régimen de precios de los Productos del Petróleo. Los documentos mencionados fijan los precios asegurando que los productores puedan cubrir todos sus costos de operación y que obtengan una utilidad razonable.

Es importante mencionar que los precios regulados por el Estado tienen estabilidad en el mercado interno, lo que quiere decir que no suele presentar importantes variaciones de precio final al consumidor entre periodos.

Basados en la información de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), se pueden conocer los precios finales al consumidor actualizados para el gas de uso industrial como se ve en la siguiente tabla:

GAS	PRECIO
Bs/m3	0,025
USD/m3	0,0036

*Tabla 3: Precio Final al consumidor GAS.*

Para el caso del aceite combustible no se tiene un precio final regulado por el gobierno, ya que, al ser un producto nuevo, este todavía no ingresó al mercado y por lo tanto no se realizaron los estudios respectivos. Sin embargo, se puede considerar que dadas las utilidades que se puede asignar al producto y sabiendo de antemano que el



costo de producción que presenta es bajo, el precio que puede llegar a tener será muy próximo al de la competencia (Gas utilizado en las industrias).

El producto que se utiliza en la actualidad para la combustión en el mercado, particularmente en las empresas antes mencionadas es el Gas utilizado en las industrias. Que como se puede observar en la tabla de Precio Final al Consumidor, el precio actualizado es de 0,025 bolivianos por metro cúbico de Gas para consumo industrial (0,0036 USD).

Con el fin de poder visualizar números más representativos, se calcula el precio por cada 1.000 metros cúbicos de gas, a continuación, se presenta la siguiente tabla de manera informativa:

GAS	PRECIO
Bs/1.000 m <sup>3</sup>	Bs 25,000
USD/1.000 m <sup>3</sup>	\$ 3,6000

*Tabla 4: Precio Final al consumidor GAS por cada 1000 metros cúbicos.*

Más adelante en el presente proyecto, se realiza el estudio correspondiente de costes y de volumen de producción para poder posteriormente estimar el precio de venta y la posible ganancia que genera el producto principal de la planta.

### 3.5 ANÁLISIS FODA

En base a los conceptos definidos anteriormente, se plantea el siguiente análisis FODA del proyecto en estudio:



*Ilustración 5: Matriz FODA.*

Tomando en cuenta el resultado de este análisis se puede tomar la decisión en la organización o plantear estrategias, aprovechando las oportunidades que se presentan o reduciendo las consecuencias de las amenazas con las fortalezas de la empresa.



## **CAPÍTULO 4**

# **ESTUDIO TÉCNICO**



## ESTUDIO TÉCNICO

Una vez conocidos los datos del estudio de mercado, el siguiente paso es conocer las características técnicas correspondientes al proyecto en estudio, la información obtenida en este capítulo en conjunto con el estudio de mercado, será fundamental para realizar la evaluación financiera.

El estudio técnico tiene como fin resolver todos los aspectos relacionados con el funcionamiento de la planta, es decir, todo lo que implica la operación de la empresa buscando encontrar la optimización del funcionamiento.

### 4.1 TECNOLOGÍA

La tecnología necesaria para el proceso de producción de la planta de pirólisis, es determinada en base a la información proporcionada por un proveedor chino especialista en la fabricación y puesta en marcha de la planta en cuestión.

El proveedor es la Empresa BESTON de China, la cual brindó información detallada sobre la tecnología que se va a utilizar para el funcionamiento de la planta, así también el presupuesto de esta tecnología.

BESTON es una empresa China que cuenta con un alto prestigio en maquinaria de este tipo y con una amplia experiencia en la exportación de sus productos en más de 30 países por todo el mundo. Cuenta con tecnología de una calidad muy alta y recomendada y además tiene un excelente servicio post venta y garantías. Estos aspectos convierten a BESTON en un proveedor adecuado para el proyecto.

#### 4.1.1 Descripción de la tecnología:

La descripción de la tecnología necesaria para la producción es la siguiente:



## 1. Módulo del reactor

- **Reactor:** Una pieza, con un diámetro de 1,4 metros y un largo de 4,9 metros. Compuesta de un material Q245R, utilizado para soportar altas temperaturas, con un espesor de 16 milímetros a lo largo del cuerpo.
- **Cobertura:** Un juego de cobertura del reactor, protector, seguro y resistente al calor.
- **Aislamiento externo de cobertura:** Juego de aislamiento con un material especial para evitar las altas temperatura en la capa exterior del reactor, evitar disipación/aislar, estabilizar temperatura, reducir consumo de energía.
- **Base del reactor:** Pieza de acero, dispuesta como base del reactor brindando estabilidad y quitando el contacto con la superficie.

## 2. Separador de gas

- **Conector:** Una pieza de conexión de gas flexible, con especificación DN300.
- **Separador de gas:** Una pieza de forma cilíndrica con un diámetro de 0,7 metros y un largo de 1,25 metros.
- **Tanque de aceite:** Una pieza de tanque de aceite de lodos, de forma cilíndrica con un diámetro de 400 milímetros y un largo de 800 milímetros.

## 3. Módulo del condensador de aceite

- **Condensador:** 2 juegos de condensadores metálicos de aceite cilíndricos con diámetro de la circunferencia de 426 milímetros y largo de 3 metros dispuestos horizontalmente.
- **Bomba:** 1 juego de bomba de agua circulante según la necesidad de la planta con una potencial de 2.2 kW.
- **Tanque:** 1 pieza de tanque de aceite de forma cilíndrica de diámetro de circunferencia de 1,1 metros y largo de 2,4 metros, con bomba de aceite a prueba de explosiones.



- **Sello de agua:** 1 pieza de forma cilíndrica de 600 milímetros de diámetro y 1,25 metros de largo.

#### 4. Sistema de desempolvado

- **Torre de pulverización:** 1 juego, torre de 1,3 metros de alto con un diámetro de circunferencia de 700 milímetros, incluye una bomba de agua circulante con potencia de 2,2 kW.
- **Depósito:** 1 pieza, depósito de agua para la torre de pulverización con dimensiones de 950 x 810 milímetros de base y una altura de 610 milímetros, colocada en la parte inferior de la torre de pulverización.
- **Ventilador de tiro:** 1 juego. Ventilador de tiro para la torre de pulverización, con una potencia de 3kW.
- **Condensador de humo:** 1 pieza de condensador cilíndrico de diámetro de circunferencia de 273 milímetros y 3 metros de largo, posee una bomba de agua circulante con una potencia de 2.2 kW.
- **Chimenea:** 1 pieza. Chimenea de ventilación ubicada en la parte superior de la torre de pulverización con 3 metros de largo y 273 milímetros de diámetro.

#### 5. Sistema de calentamiento

- **Válvula:** 1 pieza. Válvula de alivio de retroceso con especificaciones DN50.
- **Pistola de gas:** 3 juegos de pistolas de gas, con ladrillo negro.
- **Ventilador:** 3 juegos. Ventiladores para el sistema de calentamiento con motores incluidos en el sistema.

#### 6. Sistema de control electrónico

- **Tablero de control:** 1 juego. Tablero de control electrónico con tecnología de última generación, automatizado.

#### 7. Repuestos

- **Repuestos:** 3 juegos de materiales de repuesto para los distintos elementos de la planta (tuercas, tornillos, llaves, tuberías, etc.).

#### 8. Kit de herramientas



- **Kit de herramientas:** 1 juego que incluye todo tipo de llaves, destornilladores, alicates, etc. especiales para el manejo y mantenimiento de la planta.

#### 9. Accesorios

- **Bastidor:** 1 juego. Bastidor de la base del equipo.
- **Otros accesorios:** 1 juego. Tuberías y accesorios de los equipos.



*Ilustración 6: Tecnología de planta de pirólisis montada.*

#### 4.1.2 Capacidad de la planta:

A la hora de analizar la capacidad de planta a instalar, se toma en cuenta distintos factores, como la demanda del mercado, la posibilidad de crecimiento y la inversión necesaria.

Para el presente proyecto se plantea la instalación del modelo de planta de pirólisis más pequeño que presenta la empresa China BESTON, siendo este modelo de tecnología el que se acomoda más a las condiciones del mercado y a los factores considerados para la implementación de la planta.



El modelo de la planta considerada en este estudio es el BJI-3, el cual tiene una capacidad máxima de procesamiento de 3 toneladas por lote. Con un tiempo de ciclo de productivo de 8 horas desde el inicio del precalentamiento.

Realizando los cálculos necesarios se obtiene los siguientes datos:

CAPACIDAD	LOTE	DIA	MES
Capacidad máxima (tn)	3	9	216
Capacidad máxima (kg)	3.000	9.000	216000
Aceite Producido (kg)	1.350	4.050	97200
Aceite Producido (litros)	1.588	4.765	114360

*Tabla 5: Capacidad de la planta BJI-3.*

En la tabla 5 en primer lugar se encuentra la capacidad máxima de procesamiento de la planta BJI-3 en toneladas. Luego transformada en kilogramos para posteriormente realizar el cálculo de la proporción de lo ingresado que se convierte en el producto en estudio. La planta logra transformar el 45% del total de la materia prima en aceite combustible.

Conociendo la capacidad máxima de producción mensual de la planta y sabiendo que el mercado cuenta con un gran volumen de demanda, se considera que la empresa alcance la producción y comercialización del 70% de la capacidad máxima.

PRODUCCIÓN DE ACEITE (LITROS)	
100%	80%
114360	91488

*Tabla 6: Producción de aceite mensual.*



## 4.2 PROCESO DE PRODUCCIÓN

Se define como proceso de producción al conjunto de actividades orientadas a la transformación de recursos, materias primas o factores productivos en bienes o servicios, a través de la información, recursos humanos y tecnología.

### 4.2.1 Descripción del proceso de producción

El proceso de producción de la planta de pirólisis da como resultado cuatro productos que serán mencionados a continuación. A pesar de que el presente proyecto se enfoca en el producto principal de la planta, el aceite combustible, es importante describir los demás productos que se obtienen a lo largo del proceso productivo.

El aceite combustible, el negro de carbón, el acero y el Syngas, se obtienen en distintas proporciones a través del mismo proceso productivo, utilizando la tecnología mencionada en el punto 5.1.1 del proyecto.

El proceso productivo de la planta se describe de la siguiente manera en base a 5 etapas:

- **Alimentación:** En esta primera parte del proceso se realiza la carga de neumáticos a través de la compuerta del reactor, la cual tiene un diámetro de 1,2 metros, la carga se puede realizar de manera automática si así lo requiere la empresa o de manera manual a través de mano de obra directa (operarios de planta).

Para la alimentación se puede cargar la materia prima directamente al reactor, se puede realizar una limpieza previa a los neumáticos para aumentar la pureza del producto final o se puede procesar o triturar los neumáticos para aumentar la eficiencia de la planta.

- **Pre calentamiento:** En la etapa del pre calentamiento la planta requiere de gas natural, GLP o diésel en poca cantidad para iniciar con el calentamiento del



reactor, posteriormente se comienzan a generar los gases que se utilizan para la combustión en el reactor a lo largo del resto del proceso productivo.

- **Pirólisis:** Esta etapa es fundamental en el proceso, una vez precalentado el reactor, cuando este alcanza una temperatura de 120 grados, los neumáticos empiezan a agrietarse con el calor que existe en el interior del reactor, lo cual genera el gas combustible. La salida del gas combustible será máxima a una temperatura de 320 grados centígrados.

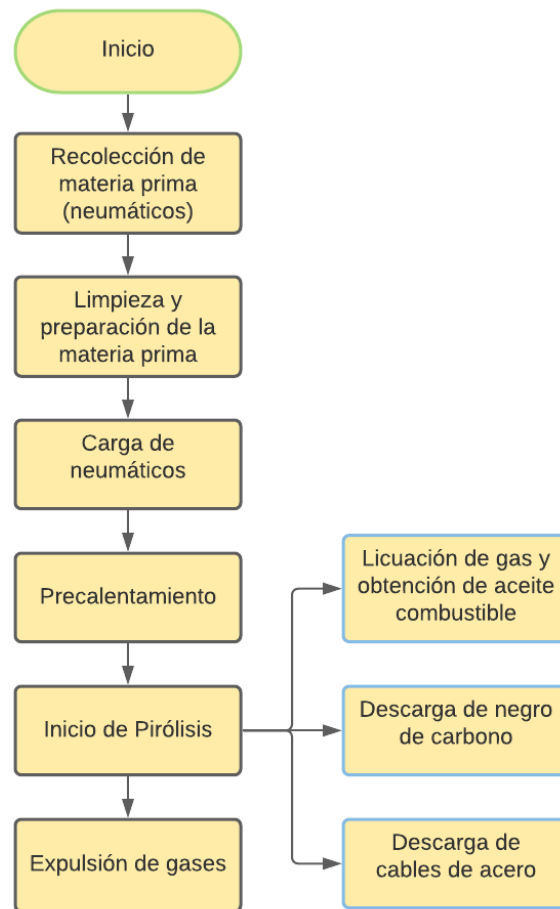
La alta densidad del gas combustible con impurezas decanta en el separador de gas. El gas combustible ligero se licua a través del condensador vertical y se almacena en el tanque de aceite, dando origen al aceite combustible.

El gas no licuado, que se representa alrededor de un 8%, se utiliza como combustible para calentar el reactor en lugar de precalentar el combustible.

- **Emisión de gases de escape:** Durante el proceso, se generan una serie de gases, los cuales son llamados gases de escape, que son descargados al aire después de la desulfuración y eliminación de polvos.
- **Descarga:** En cuanto a otro de los productos de la planta, el negro de carbono se descarga mediante un transportador de tornillo de refrigeración por agua a alta temperatura sin contaminación por polvo. Por último, el cable de acero que también es producido durante este proceso se extrae abriendo la puerta del reactor y utilizando los equipos necesarios para extracción cuando la temperatura descienda a temperatura ambiente.

#### 4.2.2 Flujograma

En base a la descripción del proceso realizada en el punto anterior, es posible representar de manera gráfica las actividades que componen el proceso de producción de la planta desde el inicio hasta el fin del proceso de manera detallada y de fácil comprensión para los lectores. A continuación, se presenta el gráfico para el proceso del presente proyecto:



*Ilustración 7: Flujograma del proceso.*

### 4.3 MATERIA PRIMA

En este capítulo se indican las características de la materia prima utilizada para la producción, y así también se realiza una descripción de los componentes de los materiales utilizados.

El producto terminado es el aceite combustible, el cual se obtiene a partir de neumáticos usados, los cuales se mencionan como única materia prima necesaria para



la producción. Por lo tanto, a continuación, se presenta la definición, composición y propiedades de dicho material.

#### **4.3.1 DEFINICIÓN DEL NEUMÁTICO.**

Un neumático es una pieza toroidal de caucho que lleva aire y se coloca en las ruedas de diversos vehículos o maquinarias. Si bien la rueda es un invento antiguo, la idea de recubrirlo de caucho se presenta en el siglo XIX. Charles Goodyear (1839) descubrió el proceso para reforzar el caucho, lo cual optimiza el contacto de la rueda con la superficie por la fricción y adherencia con la misma. Y gracias a este descubrimiento resulta posible manera y frenar el vehículo de manera más confiable.

El descubrimiento de Charles Goodyear es conocido como vulcanización del caucho, el cual consiste en un proceso irreversible mediante el cual se calienta el caucho crudo junto con azufre y se tiene como fin convertirlo en un material más duro, resistente e incluso un material impermeable.

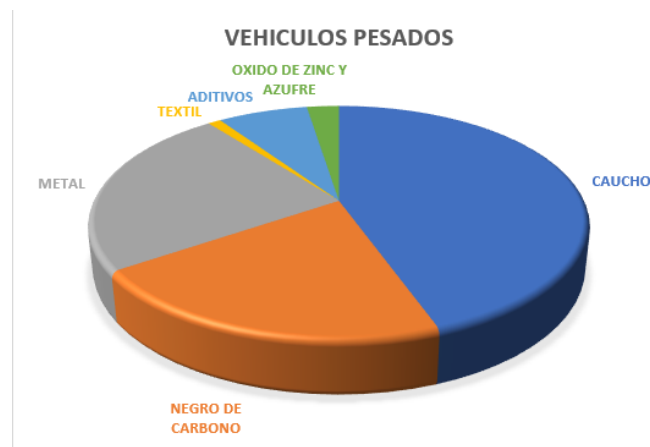
#### **4.3.2 COMPOSICIÓN DEL NEUMÁTICO.**

La proporción de las materias primas que se van a utilizar en la fabricación de los neumáticos van a depender del uso al cual esta destinados los mismos. Los elementos que forman parte de este producto son:

- **Caucho:** es el principal componente de un neumático, que para la fabricación de los mismo normalmente se una tanto caucho natural como sintético, este material una vez procesado otorga al mismo la resistencia y dureza necesaria, siendo fundamental para optimizar el funcionamiento del neumático (guía y freno).
- **Negro de carbono:** es un material que proviene de la combustión incompleta de los productos derivados del petróleo. Este material tiene como función principal actuar como refuerzo del caucho y también aporta resistencia a la abrasión para tener mayor durabilidad del neumático frente al desgaste por roce con el asfalto.



- Acero: es un material importante para la fabricación de un neumático, forma parte de las estructuras radiales y varía la calidad y cantidad de acero dependiendo del tipo de uso del neumático. Aportan rigidez, resistencia y flexibilidad.
- Componentes textiles: materiales empleados en la fabricación de los neumáticos, se utilizan en la carcasa de los mismos y los más comunes son el nylon, rayón y el poliéster.
- Aditivos: durante la mezcla de materias primas para la fabricación del neumático se añaden al caucho y al negro de carbono una serie de aditivos como cargas, plastificantes, estabilizantes, agentes colorantes, acelerantes y retardantes. Estos aditivos tienen como misión modificar la dureza y resistencia del caucho y aumentar su resistencia a la abrasión y al calor.
- Azufre y óxido de zinc: ambos materiales indispensables a la hora de fabricar un neumático, que aportan en el proceso de vulcanización e influyen en la resistencia, elasticidad y durabilidad del neumático.



*Ilustración 8: Composición del neumático.*



#### 4.4 REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA

Para el correcto funcionamiento de la empresa se necesita una cierta cantidad de personal tanto para el área de producción como para la administrativa y de logística, por lo cual en este punto se detalla el personal requerido en función a la capacidad y a la demanda del mercado.

En la siguiente tabla se detallan los diferentes cargos y nivel de estudios requeridos para cumplir con el funcionamiento de la planta, así también la jornada y turno de cada uno.

MANO DE OBRA				
Cantidad	Puesto de trabajo	Cargo	Jornada laboral	Turno
1	Gerencia general	Ingeniero industrial	8 horas	Normal
1	Gerencia productiva	Ing. Industrial / Ing. mecánico	8 horas	Normal
1	Gerencia administrativa	Ing. Industrial	8 horas	Normal
9	Producción	Operarios de producción.	8 horas	Mixto
3	Producción	Operario de carga.	8 horas	Mixto
1	Calidad	Supervisor de calidad	8 horas	Normal
1	HyS	Supervisor de HyS	8 horas	Normal
1	Mantenimiento	Ingeniero/Técnico mecánico	8 horas	Normal
1	Contabilidad	Contador	8 horas	Normal
2	Transporte	Chofer / Ayudante	8 horas	Normal
1	Limpieza	Limpieza	8 horas	Normal

*Tabla 7: Necesidad de mano de obra.*

La parte productiva divide su funcionamiento en 3 turnos de 8 horas cada uno, en jornadas mixtas de trabajo tanto por la mañana como por la noche. Por otro lado, los puestos de gerencia, mantenimiento y demás integrantes del personal de la empresa cumplirán con horarios normales de 8 horas.





También es importante mencionar que para cuestiones legales se terceriza el servicio de asesoría legal. En cuanto a la seguridad, también cuenta con personal tercerizado que brinde el servicio.

## 4.5 REQUERIMIENTO DE SERVICIOS

Para el correcto funcionamiento de la empresa además de la materia prima, las instalaciones y el personal de producción, administración y terceros, es fundamental una serie de servicios básicos de las diferentes áreas de la empresa.

En el caso del área de producción es fundamental el agua utilizada para enfriar el reactor al final de cada ciclo productivo.

### 4.5.1 Agua

La necesidad de agua para la planta de pirólisis tiene una vital importancia y cumple un rol muy importante dentro del ciclo productivo, ya que este enfriamiento determina tanto el fin de un ciclo productivo como el comienzo del siguiente.

Por lo tanto, se determinan las necesidades de agua de la empresa tomando en cuenta el área productiva principalmente y en segundo plano el agua utilizada como servicio básico por cada uno de los trabajadores de la empresa.

La necesidad básica de los trabajadores es de aproximadamente 30 litros de agua por jornada laboral, por lo cual haciendo un cálculo por los 24 trabajadores de la empresa tenemos un consumo diario de 720 litros por día, considerando 24 días del mes trabajados (de lunes a sábado), el consumo total mensual es de 17.280 litros.

Pasando al área de producción la planta tiene una necesidad promedio de 300 litros de agua por ciclo productivo, considerando que la empresa realizara por día 3 ciclos productivos la necesidad diaria de agua es de 900 litros de agua para el área de producción. Lo cual se traduce en una necesidad de 21.600 litros de agua por mes.



#### 4.5.2 Energía eléctrica

Otro de los servicios necesarios para el funcionamiento de la empresa es la energía eléctrica que al igual que el agua se utiliza vitalmente tanto en el área de producción como en las demás áreas.

El área de producción tiene un consumo de energía eléctrica relativamente bajo ya que principalmente su funcionamiento es a base de combustión. Y las demás áreas de la empresa no cuentan con un gran consumo de energía, por lo tanto, la potencia total instalada en la planta es de 16,65 KW, lo que da como resultado que la potencia consumida en un mes de producción considerando 24 días hábiles es de aproximadamente 9.600 KW.

#### 4.6 DISTRIBUCIÓN Y ALMACENAMIENTO

Para la distribución y almacenamiento del producto principal de la planta de pirólisis, se plantea en este proyecto la utilización de barriles de petróleo, que facilitarían tanto la distribución a los distintos clientes potenciales, como el almacenamiento en las instalaciones.

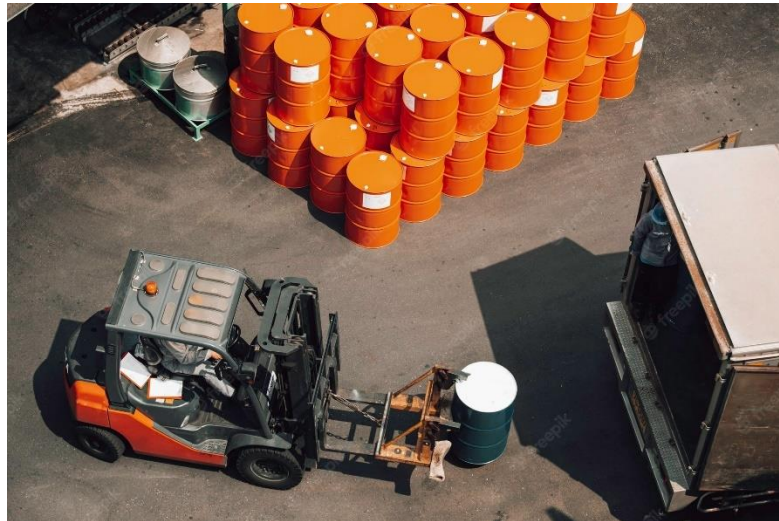
Los barriles de petróleo tienen medidas estándar, con 56 centímetros de diámetro y 106 centímetros de altura y tiene una capacidad de 159 litros.



*Ilustración 9: Barril de aceite combustible.*



En cuanto a la distribución de los barriles ya mencionados, se propone la utilización de camiones de carga que transporten el producto terminado a los distintos puntos de entrega.



*Ilustración 10: Carga en camiones transportadores.*

Debido a la cierta dificultad que pueden presentar las dimensiones y peso de los barriles a la hora de manipularlos, se propone la utilización de una mula de carga que será de utilidad tanto para el manejo de la materia prima como para el producto terminado. (Ronald H. Ballou, 5ta edición).



*Ilustración 11: Mula de carga.*



Para transportarlos de manera más segura y con mayor comodidad se plantea la utilización de pallets, que sirven tanto para el transporte, la carga y el almacenamiento en planta y en el lugar de destino.



*Ilustración 12: Paletización de barriles.*

A continuación, se detalla la cantidad de barriles de petróleo necesarios para alcanzar la producción mensual planteada:

PRODUCCIÓN MENSUAL	
Cantidad en litros	91.488
Cantidad en barriles	576
Demanda con rotación de barriles	1152

*Tabla 8: Necesidad de barriles.*

La necesidad de elementos para la distribución y almacenamiento queda determinada por la siguiente tabla:



ELEMENTO	CANTIDAD	FUNCIÓN
Barriles	1152	Almacenamiento y distribución del producto terminado
Camión	2	Distribución y abastecimiento de materiales.
Mula de carga	2	Manipulación de materiales pesados.

*Tabla 9: Necesidades para distribución y almacenamiento.*

### 5.6.1 Abastecimiento de materia prima

El abastecimiento se realiza con personal y equipos de la empresa, como es mencionado en el proyecto, la materia prima (neumáticos) se recolecta de dos principales fuentes, el vertedero de Pampa Galana y talleres mecánicos. Por lo tanto, el proceso de abastecimiento de neumáticos se divide en dos:

- **Recolección de neumáticos Pampa Galana:** El vertedero de neumáticos se encuentra a 15 km hacia el Este de la ciudad, por lo tanto, se plantean cuatro recorridos semanales:

Tiempo (minutos)				
Recorrido ida	Carga	Recorrido vuelta	Descarga	Total
20	90	25	90	225

*Tabla 10: Tiempo recolección Pampa Galana.*

El tiempo necesario para la recolección es de aproximadamente 5 horas, los recorridos se plantean todos los días de lunes a viernes. El recorrido recolecta 30 toneladas de neumáticos, lo que significa 150 toneladas semanales abastecidas desde el vertedero.

- **Recolección de neumáticos internos:** Las fuentes de material secundarias (talleres) se encuentran en la zona de San Jorge, tienen menor volumen de material almacenado y se plantea una recolección semanal:

Tiempo (minutos)				
Recorrido ida	Carga	Recorrido vuelta	Descarga	Total
90	90	90	90	360

Tabla 11: Tiempo de recolección interna.

El tiempo necesario es de 6 horas, se plantea un recorrido semanal los sábados para reforzar el abastecimiento de principal. El recorrido recolecta entre 25 y 30 toneladas según la necesidad y disponibilidad de materiales en los puntos de recolección.

Por lo tanto, la recolección semanal total es de 175 a 180 toneladas dependiendo de lo antes mencionado, siendo la capacidad de producción semanal de 172 toneladas, el abastecimiento es adecuado para cubrir las necesidades de materia prima y, además, generar un margen de stock para días en los que las condiciones climáticas no permitan realizar el recorrido habitual.

### 5.6.2 Requerimientos de elementos de protección personal



Ilustración 13: Equipos de protección personal.



Tanto el proceso de producción como el de logística requieren de elementos de protección personal para trabajadores que manipulan los distintos equipos y materiales. Estos elementos protegen a la persona frente a riesgos de accidentes y enfermedades.

Para el funcionamiento de la planta se prevé los siguientes EPP:

- Protección ocular o lentes de seguridad para prevenir el ingreso de macropartículas a los ojos.
- Protección auditiva para reducir el impacto del ruido provocado por las maquinarias.
- Guantes de seguridad para manipular los materiales necesarios para el funcionamiento de la empresa.
- Botas de seguridad para prevenir riesgos por caída de objetos pesados.
- Protección en la cabeza y cuerpo para reducir la exposición a las altas temperaturas.
- Protección respiratoria para evitar el contacto con los gases tóxicos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL			
Cantidad	Módulo	Descripción	Área
10	Caja	Lentes de seguridad	Producción
10	Caja	Protección auditiva	Producción/Logística
10	Caja	Guantes de seguridad	Producción/Logística
22	Par	Botas de seguridad	General
44	Conjunto	Vestimenta de seguridad	General
10	Caja	Protección respiratoria	Producción

*Tabla 12: Equipos de protección personal.*

## 4.7 LAY OUT DE PLANTA

Cuando se menciona el termino layout de planta, se refiere a la disposición de los elementos físicos de la organización, lo que se busca es que esta disposición sea la más conveniente y adecuada para la empresa.



Al diseñar el layout de planta se puede lograr una mayor organización en las áreas de trabajo y que la producción de la planta se realice de la manera más eficiente posible, así mismo puede influir en el ámbito económico.

A través de un correcto diseño del layout podemos lograr los siguientes beneficios para la organización:

- Optimización de la utilización del espacio.
- Facilitar el proceso de producción de la organización.
- Minimizar el manejo de materiales.
- Minimizar la inversión de la planta.
- Facilitar la rotación de inventarios.
- Mejor flujo de información.
- Mejor supervisión y control.
- Mayor seguridad para los trabajadores.
- Mayor comodidad en el área de trabajo.

Para el caso de la planta en estudio, el layout que se adecua a las necesidades y objetivos de la organización es uno enfocado al producto. Al mismo tiempo se tendrá en cuenta la organización de oficinas y almacenes, ya que el layout que se presentará como propuesta más adelante en el anexo 8, contará tanto con el área de producción, como con las oficinas y almacenes. (Heizer y Render, 2007).





## **CAPÍTULO 5**

# **ESTUDIO ECONÓMICO**



## ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico como se mencionó anteriormente, es decisivo a la hora de determinar si se lleva a cabo el proyecto.

Al fin de este estudio, utilizando todos los datos recolectados se puede determinar la cantidad de recursos económicos necesarios para poner en marcha el proyecto.

En este capítulo se detalla cada una de las componentes de la estructura económica para completar la evaluación económica y así poder determinar si el proyecto es conveniente para el inversor.

### 5.1 COSTOS

#### 5.1.1 Costos anuales de mano de obra

Los costos de mano de obra están determinados por el personal necesario para que la empresa funcione de la manera correcta, la mano de obra se divide de la siguiente manera: (Vazquez, 1997).

- Mano de Obra Directa (MOD): Son todos aquellos costos que provienen de los sueldos o salarios que se pagan al personal cuyas funciones están destinadas directamente a la producción.
- Mano de Obra Indirecta (MOI): Son aquellos costos que se refieren al personal que es necesario para el funcionamiento de la fábrica pero que no tienen tareas destinadas directamente a la producción.

Costos de Mano de Obra	Costo (Bs)	Costo (U\$D)
MOD	Bs 432.000	\$ 62.069
MOI	Bs 766.656	\$ 110.152
<b>Total</b>	<b>Bs 1.198.656</b>	<b>\$ 172.220,69</b>

Tabla 13: Costo anual de mano de obra.



En anexo 5 se muestra el cálculo de la Mano de Obra.

### 5.1.2 Costos anuales de servicios

Costos de Servicios	Costo (Bs)	Costo (U\$D)
Gas	Bs 60.000	\$ 8.621
Electricidad	Bs 46.080	\$ 6.621
Agua	Bs 6.024	\$ 866
Servicios de Internet	Bs 10.200	\$ 1.466
<b>Total</b>	<b>Bs 122.304</b>	<b>\$ 17.572,41</b>

Tabla 14: Costo anual de servicios básicos.

Costos de Servicios Tercerizados	Costo (Bs)	Costo (U\$D)
Servicio de seguridad	Bs 6.000	\$ 862
Guardias	Bs 144.000	\$ 20.690
Asesoría legal	Bs 36.000	\$ 5.172
Asesoría de seguridad e higiene	Bs 36.000	\$ 5.172
<b>Total</b>	<b>Bs 222.000</b>	<b>\$ 31.896,55</b>

Tabla 15: Costo anual de servicios tercerizados.

### 5.1.3 Costos logísticos anuales

Costos logísticos	Costo (Bs)	Costo (U\$D)
Tramites, patentes, impuestos	Bs 26.400	\$ 3.793
Mantenimiento	Bs 7.200	\$ 1.034
Combustible	Bs 120.000	\$ 17.241
<b>Total</b>	<b>Bs 153.600</b>	<b>\$ 22.068,97</b>

Tabla 16: Costos anuales logísticos.

### 5.1.4 Costos administrativos anuales



Costos administrativos	Costo (Bs)		Costo (U\$D)	
Papelería	Bs	7.000	\$	1.006
Mensajería	Bs	2.000	\$	287
Comedor	Bs	129.600	\$	18.621
Materiales de escritorio	Bs	4.000	\$	575
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>142.600</b>	<b>\$</b>	<b>20.488,51</b>

Tabla 17: Costos administrativos anuales.

#### 5.1.4 Costos de equipos de protección personal anuales

Costos de EPP	Costo (Bs)		Costo (U\$D)	
Lentes de seguridad	Bs	4.800	\$	690
Protección auditiva	Bs	3.000	\$	431
Guantes de seguridad	Bs	1.800	\$	259
Botas de seguridad	Bs	12.528	\$	1.800
Vestimenta de seguridad	Bs	33.408	\$	4.800
Protección respiratoria	Bs	3.000	\$	431
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>58.536</b>	<b>\$</b>	<b>8.410,34</b>

Tabla 18: Costos anuales de EPP.

## 5.2 GANANCIA POR VENTA DEL PRODUCTO

Como se mencionó en el capítulo 2.5 del marco teórico, el precio de venta es uno de los factores decisivos a la hora de entrar en el mercado, ya que si los precios son muy altos será difícil ingresar y por el contrario si se ponen precios muy bajos, se corre el peligro de no poder cubrir con los costos.

Por lo tanto, en este capítulo se calcula la ganancia por venta del producto principal de la planta de pirólisis. (Giovannini y Anton, 2007).



Para realizar el cálculo de la ganancia por venta se utilizan los datos recolectados en el punto anterior.

En primer lugar, el costo primo definido por la suma de la materia prima y la mano de obra que se encarga de la transformación de la misma. La materia prima como se mencionó en capítulos anteriores, son desechos por lo tanto no presentan costo.

Por lo que el costo primo está, determinado únicamente por la mano de obra directa.

Costo Primo	Costo (BS)	Costo (U\$D)
Materia Prima	Bs -	\$ -
Mano de Obra Directa	Bs 432.000	\$ 62.069
<b>Total</b>	<b>Bs 432.000</b>	<b>\$ 62.068,97</b>

*Tabla 19: Costo Primo.*

Para continuar con el análisis se considera que las cargas fabriles:

Cargas Fabriles	Costo (BS)	Costo (U\$D)
Mano de Obra Indirecta	Bs 766.656	\$ 110.152
Administrativos	Bs 142.600	\$ 20.489
Servicios	Bs 344.304	\$ 49.469
<b>Total</b>	<b>Bs 1.253.560</b>	<b>\$ 180.109,20</b>

*Tabla 20: Cargas fabriles.*

Por último, el costo total del producto es igual a la suma de los costos incurridos en la transformación del mismo por lo tanto queda de la siguiente manera:

Costo Total	Costo (BS)	Costo (U\$D)
<b>Costo Primo</b>		
Materia Prima	Bs -	\$ -
Mano de Obra Directa	Bs 432.000	\$ 62.069
<b>Total</b>	<b>Bs 432.000</b>	<b>\$ 62.069</b>
<b>Cargas Fabriles</b>		



Mano de Obra Indirecta	Bs	766.656	\$	110.151,72
Administrativos	Bs	142.600	\$	20.488,51
Costos de EPP	Bs	58.536	\$	8.410,34
Servicios	Bs	344.304	\$	49.468,97
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>1.312.096</b>	<b>\$</b>	<b>188.519,54</b>
<b>Costo Total del producto</b>				
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>1.744.096</b>	<b>\$</b>	<b>250.589</b>

Tabla 21: Costos totales del producto.

Tomando en cuenta la producción anual esperada según la demanda analizada en el capítulo 3 y la capacidad de producción de la planta, la cantidad de aceite combustible producido y comercializado es de **91.488** litros por mes. Por lo tanto, la producción anual con respecto al mercado es:

$$\text{Produccion anual (litros)} = \text{Demanda mensual} \times 12 \text{ meses}$$

$$\text{Produccion anual (litros)} = 91.488 \text{ litros} \times 12 \text{ meses}$$

**1.097.856 litros**

Considerando este nivel de producción anual y tomando los datos de los costos totales de producción es posible calcular el costo por litro de aceite combustible.

$$\text{Costo por litro} = \frac{\text{Costo total de producción anual}}{\text{Cantidad de demanda anual en Litros}}$$

$$\text{Costo por litro} = \frac{250.589 \text{ U\$D}}{1.097.856 \text{ Litros}}$$

**0,23 U\\$D/Litro**



Según lo mencionado en el capítulo 2, las cargas impositivas están compuestas por el 13% del impuesto al valor agregado, 3% de impuesto a las transacciones y 12,5% del impuesto a las utilidades de las empresas. Sin embargo, para la empresa de pirólisis no aplica el último de los mencionados.

La suma de los impuestos aplicados es del 16%, lo que da como resultado:

$$\text{Costo por litro} + \text{cargas impositivas} = 0,22 \frac{\text{U\$D}}{\text{Litro}} + 16\%$$

**0,27 U\\$D/Litro**

Para estimar el precio de venta final, se estima que la empresa obtiene una ganancia del 45% del valor del producto:

$$\text{Precio de venta} = \text{Costo por litro} + 40\%$$

$$\text{Precio de venta} = 0,27 \frac{\text{U\$D}}{\text{Litro}} + 40\%$$

$$\text{Precio de venta} = 0,39 \text{ U\$D/litro}$$

$$\text{Ganancia} = \text{Precio de venta} - \text{Costo por litro}$$

$$\text{Ganancia} = 0,39 \text{ U\$D} - 0,27 \text{ U\$D}$$

$$\text{Ganancia} = 0,12 \text{ U\$D/litro}$$

**0,12 U\\$D/Litro**



## 5.3 INVERSIÓN

La inversión es la necesidad de capital para poner en marcha el proyecto, esto implica una serie de factores que se verán expresados a continuación:

### 5.3.1 Inversión en obras civiles

Obras Civiles	Costo (BS)		Costo (U\$D)	
Terreno	Bs	556.800	\$	80.000
Galpón productivo	Bs	208.800	\$	30.000
Oficinas y otros	Bs	174.000	\$	25.000
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>939.600</b>	<b>\$</b>	<b>135.000,00</b>

Tabla 22: Obras Civiles.

### 5.3.2 Importación de la planta

Importación de Planta	Costo (BS)		Costo (U\$D)	
Equipo e instalación	Bs	274.711	\$	39.470
Flete	Bs	69.600	\$	10.000
Seguro de viaje	Bs	27.471	\$	3.947
Impuestos	Bs	57.689	\$	8.289
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>429.472</b>	<b>\$</b>	<b>61.705,70</b>

Tabla 23: Importación del equipo productivo.

### 5.3.3 Equipamiento administrativo

Equipamiento Administrativo	Costo (BS)		Costo (U\$D)	
Equipos informáticos	Bs	69.600	\$	10.000
Muebles	Bs	27.840	\$	4.000
Softwares	Bs	10.440	\$	1.500
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>107.880</b>	<b>\$</b>	<b>15.500,00</b>

Tabla 24: Equipamiento Administrativo.





### 5.3.4 Equipamiento logístico

Equipamiento logístico	Costo (BS)		Costo (U\$D)	
Camiones	Bs	549.840	\$	79.000
Mula de carga	Bs	236.640	\$	34.000
Barriles	Bs	64.143	\$	9.216
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>850.623</b>	<b>\$</b>	<b>122.216,00</b>

Tabla 25: Equipamiento Logístico.

### 5.3.5 Inversión en capital de trabajo

La inversión de capital de trabajo está compuesta por todos aquellos gastos necesarios para disponer de los activos corrientes y poder cubrir los gastos de la operación inicial del proyecto hasta que el mismo pueda autofinanciarse con sus propios ingresos.

Esta inversión contempla los gastos necesarios para cubrir la producción de los cuatro primeros meses de implementación del proyecto ya que es el tiempo estimado en el cual el proyecto logra generar ingresos suficientes para cubrir sus gastos.

A continuación, se detallan dichos gastos para los 4 primeros meses de puesta en marcha del proyecto:

Costos de Servicios para 4 meses de producción	Costo (BS)		Costo (U\$D)	
Gas	Bs	20.000	\$	2.874
Electricidad	Bs	15.360	\$	2.207
Agua	Bs	2.008	\$	289
Servicios de Internet	Bs	3.400	\$	489
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>40.768</b>	<b>\$</b>	<b>5.857,47</b>

Tabla 26: Costos de servicios capital de inversión.

Costos de Servicios Tercerizados 4 meses de producción	Costo (BS)		Costo (U\$D)	
Servicio de Seguridad	Bs	2.000	\$	287
Guardias	Bs	48.000	\$	6.897



Asesoría Legal	Bs	12.000	\$	1.724
Asesoría de Seguridad e Higiene	Bs	12.000	\$	1.724
<b>Total</b>	<b>Bs</b>	<b>74.000</b>	<b>\$</b>	<b>10.632,18</b>

*Tabla 27: Costos de servicios tercerizados capital de inversión.*

Costos logísticos para 4 meses de producción	Costo (BS)	Costo (U\$D)
Tramites, patentes, impuestos	Bs 8.800	\$ 1.264
Mantenimiento	Bs 2.400	\$ 345
Combustible	Bs 56.000	\$ 8.046
<b>Total</b>	<b>Bs 67.200</b>	<b>\$ 9.655,17</b>

*Tabla 28: Costos logísticos capital de inversión.*

Costos administrativos para 4 meses de producción	Costo (BS)	Costo (U\$D)
Papelería	Bs 2.333	\$ 335
Mensajería	Bs 667	\$ 96
Comedor	Bs 43.200	\$ 6.207
Materiales de escritorio	Bs 1.333	\$ 192
Indumentaria de trabajo	Bs 47.533	\$ 6.830
<b>Total</b>	<b>Bs 95.067</b>	<b>\$ 13.659,00</b>

*Tabla 29: Costos administrativos capital de inversión.*

La inversión de capital de trabajo queda compuesta de la siguiente manera:

Inversión en capital de trabajo	Costo (BS)	Costo (U\$D)
Costos de servicios	Bs 40.180,00	\$ 5.772,99
Costos de servicios tercerizados	Bs 74.000,00	\$ 10.632,18
Costos logísticos	Bs 51.200,00	\$ 7.356,32
Gastos administrativos	Bs 66.733,33	\$ 9.588,12
<b>Total</b>	<b>Bs 232.113,33</b>	<b>\$ 33.349,62</b>

*Tabla 30: Inversión en capital de trabajo.*



## 5.4 FLUJO DE FONDOS

Para llevar a cabo el proyecto es necesario armar un cuadro que muestre los beneficios, los gastos y las inversiones, en base a este cuadro se podrá tomar la decisión con fundamentos sobre la conveniencia o no, económicamente, de realizar el proyecto de inversión.

A la hora de armar el cuadro de flujo de fondos se tomará en cuenta los datos de los capítulos anteriores, así como lo son los costos, gastos, inversiones, ingresos y depreciaciones.

### 5.4.1 Depreciación

La depreciación es la pérdida de valor económico de los activos fijos por el uso de los mismos, por el tiempo o por dejar de funcionar.

Para el proyecto en estudio se considerarán los porcentajes de depreciación de activos fijos en Bolivia, que serán representados en el siguiente cuadro basado en la legislación del DS 24051, anexo del artículo 22:

Depreciación	Vida útil (Años)	Costo (U\$D)
Obras Civiles	40	\$ 3.375
Equipamiento administrativo	10	\$ 1.550
Instalación productiva	10	\$ 6.171
Equipamiento logístico	8	\$ 15.277
<b>Total</b>		<b>\$ 26.372,57</b>

*Tabla 31: Depreciación anual según la DS 24051.*



### 5.4.2 Flujo de fondos sin financiamiento

Periodo	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Beneficios del Proyecto</b>											
Ingresos		\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164
<b>Total Beneficios del Proyecto</b>		\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164
<b>Gastos del Proyecto</b>											
MO directa		\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069
MO indirecta		\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152
Costos de Servicios		\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572
Costos de Servicios tercerizados		\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897
Costos Logísticos		\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966
Gastos Administrativos		\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899
Depreciaciones		\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373
<b>Total Gastos del Proyecto</b>		\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927
<b>Utilidad Neta Antes de Impuestos</b>		\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237
Impuestos a las utilidades		\$ 0	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558
Depreciaciones		\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373
<b>Utilidad despues de Impuestos</b>		\$ 95.865	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307
<b>Inversiones</b>											
Inv. En Obras Civiles	-\$ 135.000										
Inv. Importación de Planta	-\$ 61.706										
Inv. En Equipamiento Administrativo	-\$ 15.500										
Inv. Equipamiento Logístico	-\$ 122.216										
Inversión en Cap.de Trabajo	-\$ 39.804										
<b>Total Inversiones</b>	-\$ 374.226										
<b>Valor de Salvamento</b>											
Salvamento Obras Civiles											\$ 101.250
Salvamento Equipo administrativo											\$ 0
Salvamento Equipo Productivo											\$ 0
Salvamento Equipo logístico											\$ 0
<b>Total Valor de Salvamento</b>											\$ 101.250
<b>FFN (UN+Tinv+Tvsal)</b>	-\$ 374.226	\$ 95.865	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 177.557
<b>FFN Acumulado</b>	-\$ 374.226	-\$ 278.361	-\$ 202.054	-\$ 125.747	-\$ 49.441	\$ 26.866	\$ 103.173	\$ 179.479	\$ 255.786	\$ 332.093	\$ 509.650
<b>FFN Actualizado (VAt)</b>	-\$ 374.226	\$ 83.361	\$ 57.699	\$ 50.173	\$ 43.629	\$ 37.938	\$ 32.989	\$ 28.687	\$ 24.945	\$ 21.691	\$ 43.889
<b>FFN Actualizado Acumulado</b>	-\$ 374.226	-\$ 290.865	-\$ 233.166	-\$ 182.993	-\$ 139.365	-\$ 101.427	-\$ 68.437	-\$ 39.751	-\$ 14.806	\$ 6.885	\$ 50.775

<b>VAN</b>	\$ 50.775
<b>TAR</b>	15,00%
<b>TIR</b>	18,33%

Tabla 32: Flujo de fondos sin financiamiento externo.



### 5.4.3 Flujo de fondos con financiamiento

Periodo	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Beneficios del Proyecto</b>											
Ingresos		\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164
<b>Total Beneficios del Proyecto</b>		\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164	\$ 428.164
<b>Gastos del Proyecto</b>											
MO directa		\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069	\$ 62.069
MO indirecta		\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152	\$ 110.152
Costos de Servicios		\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572	\$ 17.572
Costos de Servicios tercerizados		\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897	\$ 31.897
Costos Logísticos		\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966	\$ 28.966
Gastos Administrativos		\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899	\$ 28.899
Depreciaciones		\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373
Interés Deuda	\$ 0	\$ 13.098	\$ 10.820	\$ 8.383	\$ 5.776	\$ 2.985	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>Total Gastos del Proyecto</b>		\$ 319.024	\$ 316.747	\$ 314.310	\$ 311.702	\$ 308.912	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927	\$ 305.927
<b>Utilidad Neta Antes de Impuestos</b>		\$ 109.139	\$ 111.417	\$ 113.854	\$ 116.462	\$ 119.252	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237	\$ 122.237
Impuestos a las utilidades		\$ 0	\$ 17.827	\$ 18.217	\$ 18.634	\$ 19.080	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558	\$ 19.558
Depreciaciones		\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373	\$ 26.373
<b>Utilidad despues de Impuestos con financiamiento</b>		\$ 82.767	\$ 67.218	\$ 69.265	\$ 71.455	\$ 73.799	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307
<b>Inversiones</b>											
Inv. En Obras Civiles	-\$ 135.000										
Inv. Importación de Planta	-\$ 61.706										
Inv. En Equipamiento Administrativo	-\$ 15.500										
Inv. Equipamiento Logístico	-\$ 122.216										
Inversión en Cap.de Trabajo	-\$ 39.804										
<b>Total Inversiones</b>	-\$ 374.226										
<b>Financiamiento</b>											
Ingreso por financiamiento	\$ 187.113										
<b>Valor de Salvamento</b>											
Salvamento Obras Civiles											\$ 101.250
Salvamento Equipo administrativo											\$ 0
Salvamento Equipo Productivo											\$ 0
Salvamento Equipo logístico											\$ 0
<b>Total Valor de Salvamento</b>											\$ 101.250
FFN (UN+Tinv+Tvsal)	-\$ 187.113	\$ 82.767	\$ 67.218	\$ 69.265	\$ 71.455	\$ 73.799	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 76.307	\$ 177.557
FFN Acumulado	-\$ 187.113	-\$ 104.346	-\$ 37.128	\$ 32.136	\$ 103.592	\$ 177.391	\$ 253.697	\$ 330.004	\$ 406.311	\$ 482.617	\$ 660.174
FFN Actualizado (VAI)	-\$ 187.113	\$ 71.971	\$ 50.826	\$ 45.543	\$ 40.855	\$ 36.691	\$ 32.989	\$ 28.687	\$ 24.945	\$ 21.691	\$ 43.889
FFN Actualizado Acumulado	-\$ 187.113	-\$ 115.142	-\$ 64.315	-\$ 18.773	\$ 22.082	\$ 58.773	\$ 91.763	\$ 120.449	\$ 145.394	\$ 167.085	\$ 210.974

VAN	\$ 210.974
TAR	15,00%
TIR	39,13%

Tabla 33: Flujo de fondos con financiamiento externo.



En la tabla 28 se presenta un flujo de fondos con financiamiento externo, para el cual se considera que una entidad bancaria será la que proporcione el crédito para llevar a cabo el proyecto se propone que el financiamiento externo sea del 50% del total de la inversión inicial.

La tasa de interés que se ofrece en la actualidad es del 7% anual de la deuda, considerando que la inversión es de \$ 374.225, la cantidad de deuda que presenta la empresa es de \$ 187.112, la cual se plantea pagar en un horizonte de 5 años.

Esta tasa de interés es la que otorga el Banco de Crédito de Bolivia, el tarifario de la entidad expresa que la tasa de interés del pago de un crédito, para una pequeña empresa del sector productivo es de 7% anual. En el anexo 6 se encuentra la tabla con la información extraída de la página oficial de la entidad bancaria.

Para el pago del crédito bancario planteado en el proyecto se utiliza el sistema francés Los cálculos de la deuda y amortización pueden ser observados en el anexo 7.

## **5.5 EVALUACIÓN FINANCIERA**

En base a los datos ya expuestos en el anterior punto del proyecto, se realiza la evaluación financiera. Este estudio determina el rendimiento financiero sobre el capital invertido, es decir, permite conocer las utilidades obtenidas.

### **5.5.1 Valor Actual Neto (VAN)**

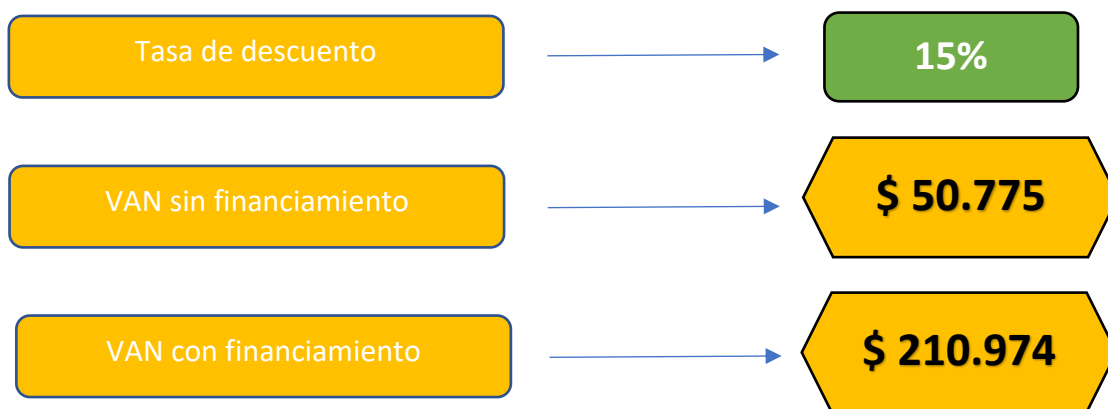
El Valor Actual Neto como fue mencionado en el capítulo 2 de marco teórico, en caso de ser positivo, muestra la cantidad que el inversionista gana por encima de lo que planteaba ganar del proyecto.



Para calcular el Valor Actual Neto del proyecto se toma en cuenta en primer lugar una tasa de descuento, basada en las condiciones económicas del país, que en el caso de Bolivia son muy estables y también presenta un costo de oportunidad muy bajo.

Por lo tanto, la tasa de descuento planteada es del 15%. Con este valor de la tasa de descuento, se aplica la fórmula antes indicada para encontrar el Valor Actual Neto.

En las tablas del flujo de fondos se observa el cálculo del Valor Actual Neto de la siguiente manera:



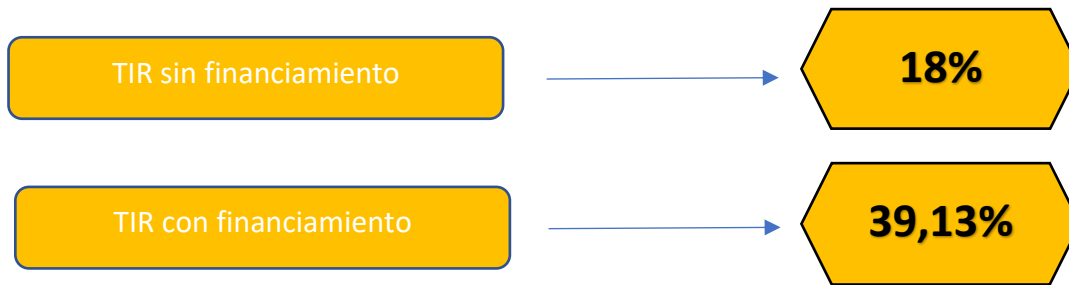
Con estos resultados obtenidos es posible afirmar que el proyecto de inversión es aceptable.

### 5.5.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Rentabilidad como se indicó anteriormente, determina hasta que valor puede el inversionista aumentar la tasa de rentabilidad

La tasa interna de retorno mayor a la de descuento, representa que el proyecto es aceptable, ya que genera un interés mayor al mínimo tolerado.

En el caso el Flujo de fondos del proyecto se puede observar una Tasa Interna de Retorno de la siguiente manera:



En ambos casos la tasa interna de retorno TIR es mayor que la tasa de descuento, por lo tanto, es posible indicar que el proyecto de inversión es aceptable para las dos opciones planteada.

### 5.5.3 Apalancamiento financiero

El apalancamiento financiero consiste en utilizar una deuda para realizar una inversión y así, la inversión se financiará en una parte con el capital propio del inversor y en otra parte con capital de un tercero.

Es importante conocer cómo influye la toma de préstamos en la TIR, a medida que la tasa de interés de la entidad bancaria que financiará parte de la inversión no supere el interés que pide el inversionista, será más rentable realizar la inversión con capital externo.

En el caso de estudio, como se puede notar a continuación, a medida que incrementa la inversión a base de un tercero, en este caso el Banco de Crédito de Bolivia, la TIR con financiamiento supera a la TIR sin financiamiento. Lo cual afirma que utilizar capital externo es conveniente a la hora de implementar el proyecto de inversión.

<b>Financiamiento</b>	<b>TIR c/financiamiento</b>	<b>TIR s/financiamiento</b>
0%	18,33%	18%
10%	21,99%	18%
20%	23,78%	18%
30%	27,68%	18%
40%	32,63%	18%
50%	39,13%	18%

Tabla 34: Apalancamiento financiero.



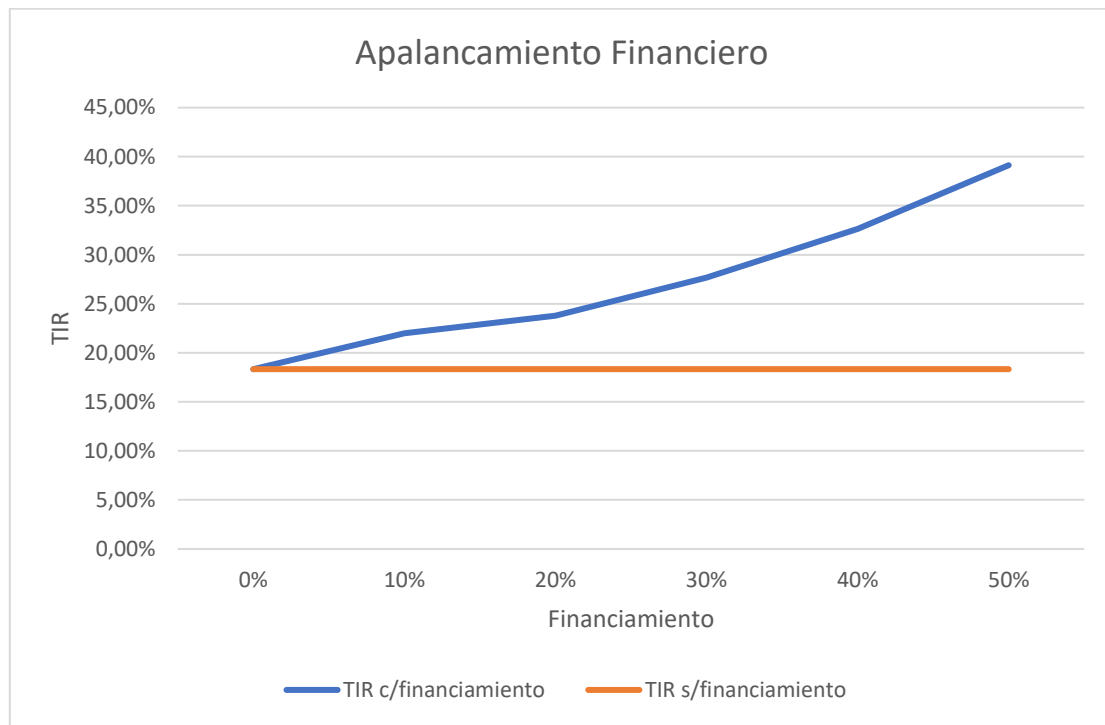
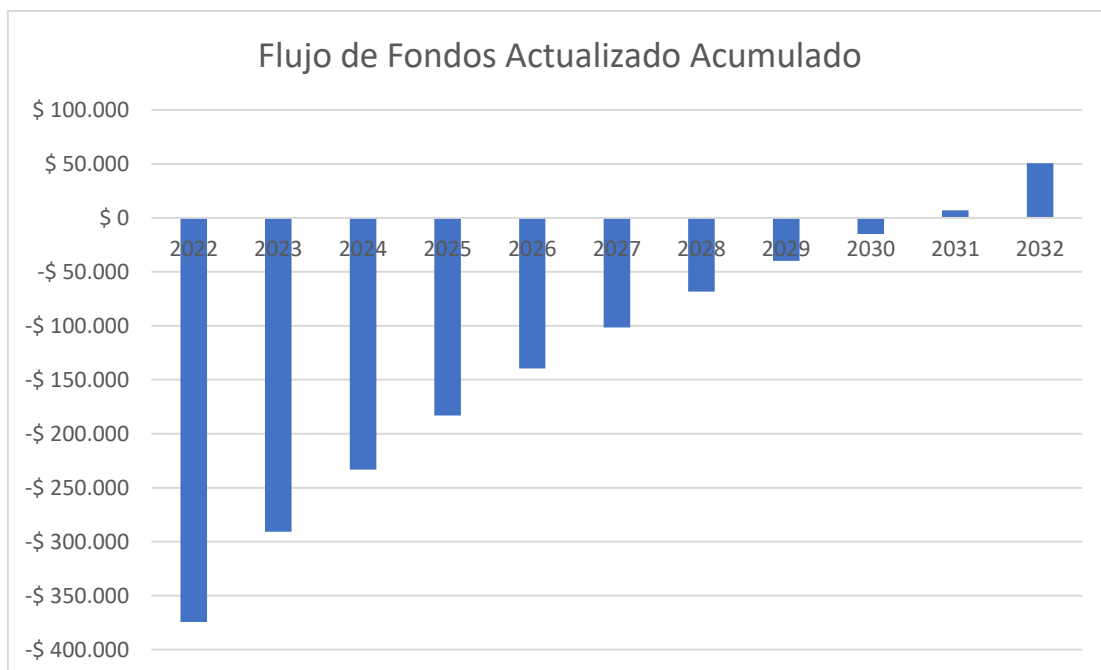


Ilustración 14: Gráfico Apalancamiento Financiero.

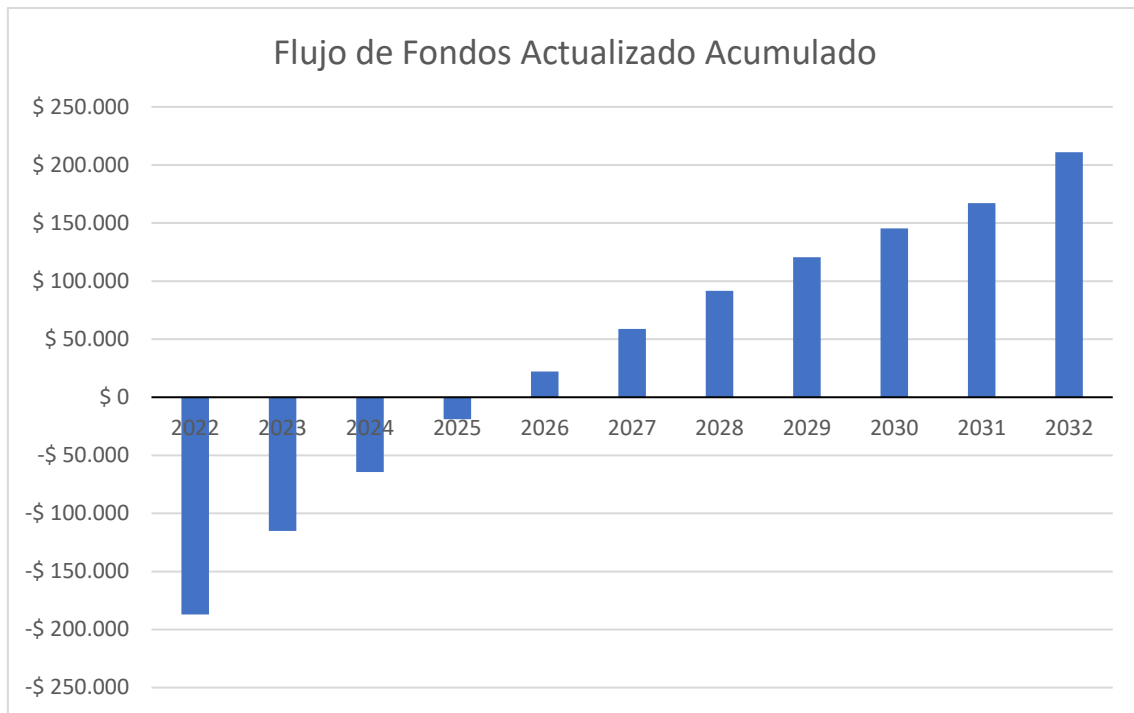
#### 5.5.4 Periodo de Recuperación de Capital (PRI)

El periodo de recuperación, para el capital invertido se presenta de la siguiente manera:





*Ilustración 15: Perfil de Liquidez FF sin Financiamiento.*



*Ilustración 16: Perfil de Liquidez FF con Financiamiento.*

### 5.5.5 Razón Beneficio - Costo

La razón beneficio – costo es otro indicador que se puede utilizar, en este caso para comparar los ingresos y egresos del flujo de fondos planteado.

Ingresos	Egresos	Razón B/C
\$ 4.281.638	\$ 782.625	5,471

*Tabla 35: RBC Flujo de Fondos sin Financiamiento.*

Ingresos	Egresos	Razón B/C
\$ 4.281.638	\$ 746.037	5,739

*Tabla 36: RBC Flujo de Fondos con Financiamiento.*

En ambos casos la Diferencia entre los beneficios y costos es mayor a 1, lo cual indica que el proyecto de inversión es aceptable.



### 5.5.6 Análisis de Sensibilidad

El objetivo de realizar el análisis de sensibilidad es conocer que tan sensible es la evaluación financiera realizada, al cambio en alguna de las variables críticas del proyecto.

En este caso se plantea una variación en dos de las variables de mayor impacto en el proyecto, como lo son los ingresos por ventas y la mano de obra indirecta.

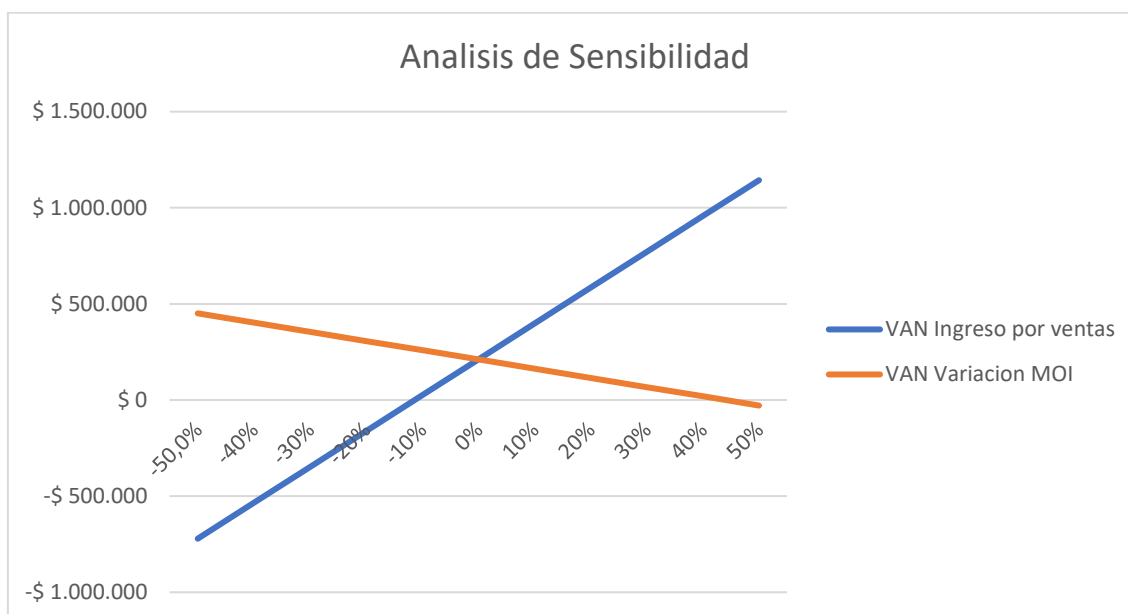
A continuación, se presentan las tablas donde se trabajó una variable a la vez para poder determinar el VAN para cada caso, analizando un rango de variación desde el -50%, hasta el 50%:

Análisis de Sensibilidad en función de los ingresos												
VAN función de los ingresos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VAN - Ingreso por ventas
-50,0%	-\$ 187.113	-\$ 114.187	-\$ 85.150	-\$ 72.698	-\$ 61.963	-\$ 52.716	-\$ 44.755	-\$ 38.918	-\$ 33.842	-\$ 29.427	-\$ 562	-\$ 721.330
-40%	-\$ 187.113	-\$ 76.955	-\$ 57.955	-\$ 49.050	-\$ 41.399	-\$ 34.834	-\$ 29.206	-\$ 25.397	-\$ 22.084	-\$ 19.204	\$ 8.329	-\$ 534.869
-30%	-\$ 187.113	-\$ 39.724	-\$ 30.760	-\$ 25.402	-\$ 20.836	-\$ 16.953	-\$ 13.657	-\$ 11.876	-\$ 10.327	-\$ 8.980	\$ 17.219	-\$ 348.408
-20%	-\$ 187.113	-\$ 2.492	-\$ 3.564	-\$ 1.753	-\$ 272	\$ 928	\$ 1.892	\$ 1.645	\$ 1.430	\$ 1.244	\$ 26.109	-\$ 161.947
-10%	-\$ 187.113	\$ 34.739	\$ 23.631	\$ 21.895	\$ 20.291	\$ 18.810	\$ 17.441	\$ 15.166	\$ 13.188	\$ 11.467	\$ 34.999	\$ 24.513
0%	-\$ 187.113	\$ 71.971	\$ 50.826	\$ 45.543	\$ 40.855	\$ 36.691	\$ 32.989	\$ 28.687	\$ 24.945	\$ 21.691	\$ 43.889	\$ 210.974
10%	-\$ 187.113	\$ 109.203	\$ 78.022	\$ 69.191	\$ 61.418	\$ 54.572	\$ 48.538	\$ 42.207	\$ 36.702	\$ 31.915	\$ 52.779	\$ 397.435
20%	-\$ 187.113	\$ 146.434	\$ 105.217	\$ 92.839	\$ 81.982	\$ 72.454	\$ 64.087	\$ 55.728	\$ 48.459	\$ 42.139	\$ 61.670	\$ 583.896
30%	-\$ 187.113	\$ 183.666	\$ 132.412	\$ 116.487	\$ 102.545	\$ 90.335	\$ 79.636	\$ 69.249	\$ 60.217	\$ 52.362	\$ 70.560	\$ 770.357
40%	-\$ 187.113	\$ 220.898	\$ 159.607	\$ 140.135	\$ 123.109	\$ 108.216	\$ 95.185	\$ 82.770	\$ 71.974	\$ 62.586	\$ 79.450	\$ 956.818
50%	-\$ 187.113	\$ 258.129	\$ 186.803	\$ 163.783	\$ 143.672	\$ 126.098	\$ 110.734	\$ 96.291	\$ 83.731	\$ 72.810	\$ 88.340	\$ 1.143.279

Tabla 37: VAN en función de los ingresos.

Análisis de Sensibilidad en función de la MOI												
VAN función de egresos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VAN - Variación de MOI
-50,0%	-\$ 187.113	\$ 119.863	\$ 85.808	\$ 75.962	\$ 67.306	\$ 59.692	\$ 52.991	\$ 46.079	\$ 40.068	\$ 34.842	\$ 55.325	\$ 450.824
-40%	-\$ 187.113	\$ 110.285	\$ 78.812	\$ 69.878	\$ 62.016	\$ 55.092	\$ 48.990	\$ 42.600	\$ 37.044	\$ 32.212	\$ 53.038	\$ 402.854
-30%	-\$ 187.113	\$ 100.706	\$ 71.815	\$ 63.794	\$ 56.726	\$ 50.492	\$ 44.990	\$ 39.122	\$ 34.019	\$ 29.582	\$ 50.751	\$ 354.884
-20%	-\$ 187.113	\$ 91.128	\$ 64.819	\$ 57.710	\$ 51.435	\$ 45.892	\$ 40.990	\$ 35.643	\$ 30.994	\$ 26.952	\$ 48.464	\$ 306.914
-10%	-\$ 187.113	\$ 81.550	\$ 57.823	\$ 51.627	\$ 46.145	\$ 41.291	\$ 36.990	\$ 32.165	\$ 27.970	\$ 24.321	\$ 46.176	\$ 258.944
0%	-\$ 187.113	\$ 71.971	\$ 50.826	\$ 45.543	\$ 40.855	\$ 36.691	\$ 32.989	\$ 28.687	\$ 24.945	\$ 21.691	\$ 43.889	\$ 210.974
10%	-\$ 187.113	\$ 62.393	\$ 43.830	\$ 39.459	\$ 35.564	\$ 32.091	\$ 28.989	\$ 25.208	\$ 21.920	\$ 19.061	\$ 41.602	\$ 163.004
20%	-\$ 187.113	\$ 52.814	\$ 36.833	\$ 33.375	\$ 30.274	\$ 27.491	\$ 24.989	\$ 21.730	\$ 18.895	\$ 16.431	\$ 39.315	\$ 115.035
30%	-\$ 187.113	\$ 43.236	\$ 29.837	\$ 27.291	\$ 24.984	\$ 22.890	\$ 20.989	\$ 18.251	\$ 15.871	\$ 13.801	\$ 37.028	\$ 67.065
40%	-\$ 187.113	\$ 33.657	\$ 22.841	\$ 21.207	\$ 19.694	\$ 18.290	\$ 16.989	\$ 14.773	\$ 12.846	\$ 11.170	\$ 34.741	\$ 19.095
50%	-\$ 187.113	\$ 24.079	\$ 15.844	\$ 15.124	\$ 14.403	\$ 13.690	\$ 12.988	\$ 11.294	\$ 9.821	\$ 8.540	\$ 32.454	-\$ 28.875

Tabla 38: VAN en función de la MOI.



*Ilustración 17: Gráfico análisis de sensibilidad.*

A partir del gráfico es posible notar que la variable más sensible a los cambios es la de los ingresos por ventas, ya que con una disminución de los ingresos de aproximadamente 10% los valores del Valor Actual Neto pasan a ser negativos, lo cual indica que el proyecto de inversión deja de ser factible para el inversor, es decir, la inversión no es aceptable.

Como es de conocimiento, un análisis realizado con una proyección a futuro, presenta un cierto grado de incertidumbre con respecto a las variables asociadas y esto genera una falta de certeza a la hora de realizar la toma de decisiones.

Es por esto que se realiza el análisis de sensibilidad de dos de las variables más significativas para el proyecto y se observa la variación del Valor Actual Neto del proyecto en función a dichas variables.

Una vez observados los datos del análisis de sensibilidad y el gráfico correspondiente, se puede concluir que la variable del precio de venta es la más sensible, ya que si el precio de venta del producto reduce un 10% o más la rentabilidad de la inversión presenta un importante riesgo.



Sin embargo, de la misma manera, al subir el precio de venta del producto el comportamiento del gráfico tiene una tendencia lineal en el sentido de un aumento del valor actual neto.

Por lo tanto, a pesar de que la inversión no tiene un alto rango de confiabilidad, es decir, el proyecto puede presentar algún riesgo para el inversor, los valores para un incremento del precio también tienen una tendencia muy positiva.

De esta forma, el análisis realizado permitirá al inversor poder tomar la decisión y adelantarse a los posibles riesgos sabiendo el comportamiento de las variables más sensibles.



## **CAPITULO 6**

# **CONCLUSIONES**



## CONCLUSIONES

Como fue expuesto desde el inicio de este trabajo el objetivo del mismo es determinar la factibilidad de mercado, económica y técnica de la implementación de una planta de pirólisis de neumáticos en la ciudad de Tarija Bolivia.

Después de identificar los objetivos y la justificación del proyecto, es de vital importancia realizar el estudio de mercado al cual se sumerge la empresa, donde se reconocen a los diferentes posibles y potenciales clientes, así como también al competidor directo de la empresa.

Al finalizar el estudio de mercado, se realiza el estudio técnico en el cual se determina todo el equipo y maquinaria necesaria para la producción, tanto equipamiento logístico y administrativo, como el de producción, se determinan los tiempos de producción y la capacidad de planta.

Una vez conocidos los datos de los estudios de mercado y técnico se realiza el estudio económico para saber a ciencia cierta si el proyecto es factible o no. En este punto después de realizar el cuadro de flujo de fondos es posible afirmar que el proyecto presenta una rentabilidad aceptable.

Si bien los resultados del trabajo son óptimos, es importante mencionar el desafío o limitación que presenta la empresa al ingresar al mercado con un producto nuevo, ya que los clientes potenciales deberán cambiar la forma de abastecimiento de energía. Además, existen tecnologías a las que los clientes deben adaptarse para utilizar este método de combustión.

Se plantean dos escenarios, en el primero se considera una inversión 100% cubierta por el inversor y un segundo escenario donde el 50% de la inversión es cubierta por un préstamo bancario.

Al realizar la evaluación financiera, queda en evidencia que ambos escenarios presentan una rentabilidad aceptable para el inversor, sin embargo, el valor actual neto



en el proyecto sin financiamiento es muy bajo y la tasa interna de rentabilidad del proyecto con financiamiento externo es mayor que la TIR del proyecto financiado al 100% por el inversor. Por lo tanto, el proyecto con financiamiento externo es el más conveniente.

Para el proyecto con financiamiento se requiere de una inversión inicial de 374.226 U\$D, de los cuales 187.113 U\$D provienen de una entidad bancaria con un horizonte de 5 años para cubrir la deuda.

El proyecto de inversión con financiamiento presenta un Valor Actual Neto (VAN) de 210.974 U\$D, en el horizonte planteado de 10 años, con una Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) del 39,13%. Y con una recuperación del capital invertido al quinto año de funcionamiento. Por último, estos números demuestran que la implementación del proyecto es factible.





## **CAPITULO 9**

# **BIBLIOGRAFÍA**



## BIBLIOGRAFÍA

Apunte de cátedra Formulación y Evaluación de Proyectos , (2021). UNC.

Baca Urbina G, (2001). Evaluación de Proyectos 4ta Edición.

ILPES, Guía para la presentación de proyectos, 14° edición.

Kotler (2001), El modelo de estructuración competitiva de Porter.

Porter, Michael E (2009), Estrategia Competitiva, Piramide.

Sapag Chain, N. & Sapag Chain, R (2000), *Preparación y Evaluación de Proyecto*, McGraw-Hill.

Giovannini, O.F., & Anton, F.E (2007). Costos Industriales, Universitas.

Heizer, Jay; Render, Barry. (2007). Dirección de la Producción y de Operaciones. Decisiones Estratégicas. 8va Edición.

Ronald H. Ballou, Quinta edición. Logística, Administración de la cadena de suministro.

VÁZQUEZ, J., (1997). "Costos". Segunda edición. Buenos Aires, Argentina. Aguilar

### Guías de internet

<https://boliviaimpuestos.com/porcentajes-de-depreciacion-de-activos-fijos/#:~:text=La%20depreciaci%C3%B3n%20se%20debe%20determinar,de%20de%20depreciacion%20de%20arriba>

<https://www.bestoneco.com/planta-pirolisis-neumaticos/>

<https://lexlatin.com/entrevistas/bolivia-paises-impuesto-grandes-fortunas>

[https://www.bcp.com.bo/Tarifario/Tasas\\_Activas\\_Tarifario](https://www.bcp.com.bo/Tarifario/Tasas_Activas_Tarifario)

<https://economipedia.com/definiciones/capital-de-trabajo.html>



## **CAPITULO 10**

# **ANEXOS**



## ANEXOS

### ANEXO 1 – PROPUESTA PARA PLANTA DE PIROLISIS (EQUIPO PRODUCTIVO)

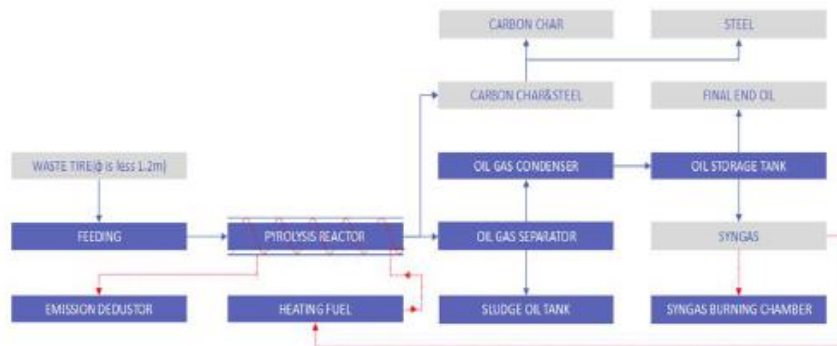


#### –Lista de Equipamiento de BLJ-3

Nombre	Número	Contenido	Especificación	Cantidad
El módulo del reactor	1	Reactor	φ1400*4900 Material Q245R, grosor 16mm	1 pieza
	2	Cobertura		1 juego
	3	Aislamiento externo de cobertura		1 juego
	4	Base de acero para reactor		1 juego
	5	Impulsor para reactor		1 juego
Separador de Gas	1	Conexión flexible DN300		1 pieza
	2	Separator de gas	φ700*1250	1 pieza
	3	Tanque de aceite de lodos	φ400*800	1 pieza
Módulo del condensador de aceite	1	Condensador de aceite	φ426×3000	2 juegos
	2	bomba de agua circulante	2.2kw	1 juego
	3	Tanque de aceite	φ1100×2400, con bomba de aceite a prueba de explosiones	1 pieza
	4	Sello de agua	φ600*1250	1 pieza
Sistema de Desempolvado	1	Torre de pulverización	φ700*1300, con bomba de agua circulante 2.2kw	1 juego
	2	Depósito de agua para torre de pulverización	950*810*610	1 pieza
	3	Ventilador de tiro	3kw	1 juego
	4	Condensador de humo	φ273×3500, con bomba de agua circulante 2.2kw	
	5	Chimenea	φ273*3000	1 pieza
Sistema de	1	válvula de alivio de retroceso	DN50	1 pieza



Calentamiento	2	Pistola de gas (con ladrillo negro)	3 juegos
	3	Ventilador (motor incluido)	3 juegos
Sistema de Control Electrónico	1	Tablero de control eléctrico	1 juego
Repuestos	1	Repuestos de 3 meses	1 juego
Kit de Herramientas	1	Incluyendo llave, destornillador, alicates, etc.	1 juego
Otro Accesorio	1	Bastidor de la base del equipo	1 juego
	2	Tuberías y accesorios	1 juego





#### –Flujo del Proceso

- Alimentación: Carga de neumáticos a mano o mediante alimentador automático según los requisitos del cliente.
- Pre calentamiento: Usar diésel, gas natural o GLP como combustible para calentar el reactor hasta que se genere gas combustible.
- Pirólisis: los neumáticos de desecho comienzan a agrietarse y se genera gas combustible cuando la temperatura del reactor alcanza los 120 grados centígrados; La salida de gas combustible será máxima a una temperatura de 320 grados centígrados; La alta densidad del gas combustible con impurezas cae en el separador de gas, el gas combustible ligero se licua a través del condensador vertical y se almacena en el tanque de aceite. El gas combustible no licuado (alrededor del 8%) se utiliza como combustible para calentar el reactor en lugar de precalentar el combustible.
- Emisión de gases de escape: gases de escape se descarga al aire después de la desulfuración y la eliminación del polvo.
- Descarga: negro de carbono se descarga mediante un transportador de tornillo de refrigeración por agua a alta temperatura sin contaminación por polvo. Abrir la puerta del reactor y usar el tractor para extraer el cable de acero cuando la temperatura descienda a temperatura ambiente.



## ANEXO 2 – PRESUPUESTO PLANTA DE PIROLISIS ECOBESTON



### PROPUESTA PARA PLANTA DE PIROLISIS - BLJ-3



Beston (Henan) Machinery Co., Ltd.

No. 60, Daxue Rd, Erqi District, Zhengzhou City-450000

**Tel:** 0086-133-03838689

**Fax:** 0086-371-66619899

**Web:** <http://www.bestongroup.com>

2021-09-30



### -Información del Cliente




<u>Company:</u>	<u>Expresó San Lorenzo</u>	<u>From:</u>	<u>Beston(Henan) Machinery Co.,Ltd</u>
<u>Client Name:</u>	<u>Jaime Vaca</u>	<u>ATTN:</u>	<u>Alba Zhu</u>
<u>Email:</u>	<u>jaime.mvc1996@gmail.com</u>	<u>Email:</u>	<u>Spanish01@bestongroup.com</u>
<u>Phone:</u>	<u>+5493873696268</u>	<u>Phone:</u>	<u>+86 13303838689</u>
<u>Country:</u>	<u>Bolivia</u>	<u>Country:</u>	<u>China</u>

### -Especificación de BLJ-3

<u>Contenido</u>	<u>BLJ-3 PLANTA DE PIROLISIS DE LLANTAS USADAS</u>
<u>Fuente de Alimentación</u>	<u>380V, trifásico, 50Hz ( Personalizado según la situación local del usuario)</u>
<u>Potencia Total</u>	<u>16.65 KW</u>
<u>Capacidad</u>	<u>1-3 Toneladas de neumáticos / plástico / lodos por batch</u>



### -Producto Final de Llantas Usadas

<u>Articulo</u>	<u>Foto</u>	<u>Uso</u>
<u>Fuel Oil (40-45%)</u>		<u>Ampliamente utilizado en industrias como la siderurgia y el hierro, la cerámica o la industria química o en hoteles, restaurantes o utilizado para generadores de petróleo pesado para generar electricidad, etc.</u> <u>Destilado en aceite de grado diesel, se puede usar para vehículos mezclados con diesel estándar.</u>
<u>Negro de carbono (30-35%)</u>		<u>El negro de carbón crudo se puede utilizar para ladrillos de construcción.</u> <u>Reprocesado en negro de humo de alta calidad por equipo de pulido de negro de humo</u>
<u>Alambre de Acero (12-15%)</u>		<u>Se puede vender directamente</u>
<u>Syngas (10%)</u>	<u>/</u>	<u>Reciclado como combustible para el calentamiento de la planta</u>





### -Precio and Términos

Artículos	BLJ-3 Planta de Pirólisis
Cotización	FOB Lianyungang/Qingdao <b>USD 39,470.00</b>
Embalaje	1*40'HQ
Forma de Pago	30% T/T como anticipo, 70% saldo antes de salir de la fábrica
Tiempo de Entrega	20 días laborales después de recibir el depósito
Validez de Precio	30 días

### -Servicios

#### Servicio de Preventa

Podemos suministrar el diseño de acuerdo con el taller y el terreno del comprador, información de obras civiles, manuales de operación, etc.

#### Instalación y Capacitación

- ✓ Ingeniero para guía de instalación, pruebas, puesta en marcha y capacitación de operadores.
- ✓ El período de anticipación es de 30 días hábiles, el tiempo real depende de la eficiencia de trabajo local del comprador.



- ✓ El cliente cubre los boletos de ida y vuelta del ingeniero + comida y alojamiento + cargo por llamadas telefónicas y gastos diarios básicos relacionados, así como el salario del ingeniero (100 USD un día por persona).
- ✓ También ofrecemos guía de instalación en línea.

#### Garantía

- ✓ 12 meses de garantía
- ✓ Servicios in situ
- ✓ Llamadas telefónicas regulares
- ✓ Mantenimiento y suministro de piezas de desgaste de por vida



## ANEXO 3 – CARACTERISTICAS, SEGURIDAD Y EMBALAJE DE LA PLANTA

### -Diseño de Seguridad

Estructura completamente sellada, condición de trabajo de presión constante y diseño anti-obstrucción de salida de gas de petróleo para garantizar un entorno de trabajo seguro.

- ✓ La válvula a prueba de explosión de papel de aluminio de doble capa en el reactor se abrirá automáticamente, cuando la presión del reactor alcance el valor umbral.
- ✓ Termómetro y manómetros en el reactor, separador de gas y sello de agua para permitir el monitoreo de campo o a través del gabinete de control.
- ✓ Válvula de descarga y válvula de seguridad a prueba de explosiones en el separador de gas y sello de agua para emergencias.
- ✓ Sistema de alarma: alarma sonora e iluminada cuando la presión excede el rango de diseño, entonces el trabajador debe dejar de calentar y abrir la válvula de descarga del separador de gas al mismo tiempo.
- ✓ Sello de agua de bucle único y válvula de alivio de contrafuego: tecnología de amortiguación de incendios a nivel de agua que garantiza al 100% la línea del ciclo de gas combustible desde el sello de agua hasta la cámara de combustión térmica.

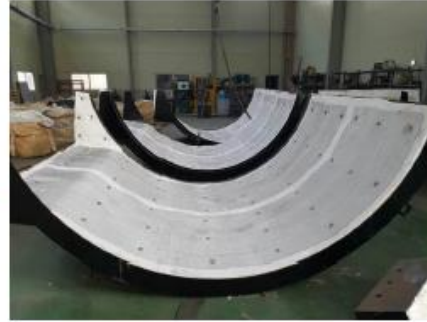
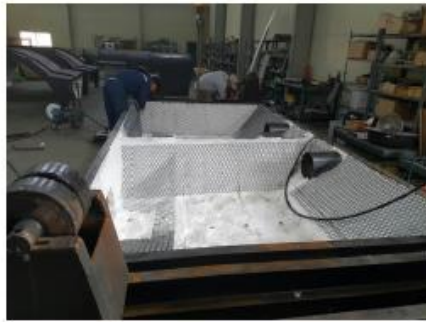


### -Características de la Planta

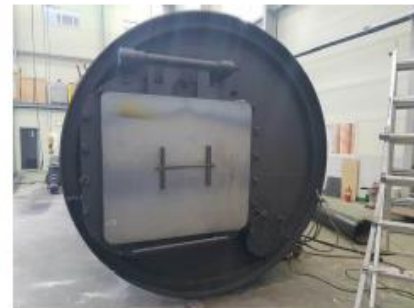
- ✓ Tecnología de soldadura sumergida automática y pruebas ultrasónicas no destructivas para garantizar la seguridad y calidad del producto.
- ✓ Tecnología anti-coquización para permitir el funcionamiento continuo de la planta de pirólisis durante 5 días sin limpieza ni mantenimiento.



- ✓ Base del reactor de integración: no es necesario construir un horno de ladrillo, lo que ahorra mano de obra y tiempo de instalación.
- ✓ Ahorro de combustible del 30% a través del último sistema de calefacción y tecnología de aislamiento.



- ✓ Diseño especial de la puerta del reactor de gran tamaño para cumplir con una variedad de materiales y métodos de alimentación sin fugas de gas.





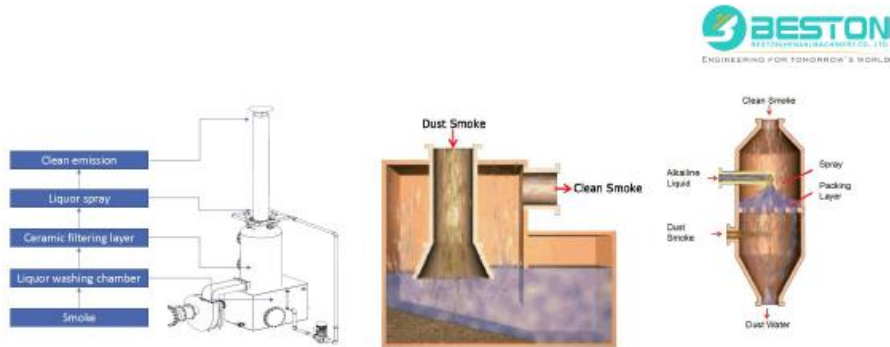
- ✓ Condensadores verticales dobles con alto rendimiento de enfriamiento para mejorar el rendimiento y la calidad del aceite. Larga vida útil y fácil limpieza y mantenimiento.



- ✓ Sistema de escoria completo sellado enfriado por agua: rápido y completamente autodescargado de carbón negro a alta temperatura sin contaminación por polvo (más alta descarga, más transportación de tomillo enfriado por agua)



- ✓ Sistema de despolvado de alto rendimiento avanzado mediante neutralización de lavado con agua, adsorción de anillo de porcelana y pulverización de agua; respetuoso con el medio ambiente para cumplir con los estándares nacionales relacionados.



**-Embalaje y Entrega**

Ahora adoptamos un alto estándar de embalaje de importación para evitar que su equipo se rompa durante el envío.



Usar un marco de acero para arreglar el equipo de acero



Usar caja de madera para empaacar las piezas frágiles



Usar película de plástico para cubrir las partes de acero en un recipiente plano



Cuerda de acero para arreglar piezas de equipo de acero cubierta de PVC para empaacar acero equipment



## ANEXO 4 – CERTIFICACIÓN DE LA PLANTA DE PIROLISIS DE BESTON



**Quality Certified**

# *Certificate of Registration*

## **Beston (Henan) Machinery Co., Ltd**

ABN: 91410104067552416M

Registered address: No.1614, Floor 16, No.60, Zijingshan Road, Guancheng District, Zhengzhou City

Audit address: Floor 9, No.8, China Center E-commercial Port, Lijiang Road, Zhengping Road, Erqi District, Zhengzhou City, Henan Province, China

operates a

# **Quality Management System**

which complies with the requirements of:

# **ISO 9001:2015**

The registration covers the sale of environmental protection equipment.

<p><b>Original Certification:</b> 24/10/2017 <b>Issue/Revised Date:</b> 24/10/2017</p>	<p><b>Registration No:</b> CN1470-QC <b>Expiry Date:</b> 24/10/2020</p>
--	---



**Craig J Bates**  
President  
TQCS International (Group) Pty Ltd  
*For the TQCSI Certification Approval Panel*



**Lorraine Welsh**  
Accreditation Manager  
TQCS International Pty Ltd

This certificate verifies the original certificate issued and is valid as long as it is displayed as an electronic copy at [www.tqcsi.com](http://www.tqcsi.com) and surveillance audits are satisfactorily completed. TQCSI International Pty Ltd (ABN 59 068 953 924) of Quality House, 117A Tapleys Hill Road, Hendon, SA, 5014, Australia issues certification subject to the TQCSI Rules of Certification.  
The certificate can be verified on CNCA's web site at [www.cnca.gov.cn](http://www.cnca.gov.cn).



TQCS  
INTERNATIONAL  
PTY LTD  
[www.tqcsi.com](http://www.tqcsi.com)



[www.aacb.com.au](http://www.aacb.com.au)





[www.iaf.eu](http://www.iaf.eu)



[www.jas-anz.org/register](http://www.jas-anz.org/register)



Environmentally Certified

# Certificate of Registration

**Beston (Henan) Machinery Co., Ltd**

ABN: 91410104067552416M

Registered address: No.1814, Floor 18, No.60, Zijingshan Road, Guancheng District, Zhengzhou City

Audit address: Floor 9, No.6, China Center E-commercial Port, Lijiang Road, Zhengping Road, Erqi District, Zhengzhou City, Henan Province, China

operates an

## Environmental Management System

which complies with the requirements of:

### ISO 14001:2015

The registration covers the sale of environmental protection equipment.

Original Certification: 24/10/2017  
 Issue/Revised Date: 24/10/2017

Registration No: CN1470-EC  
 Expiry Date: 24/10/2020

Craig J Bates  
 President  
 TQCS International (Group) Pty Ltd  
 For the TQCSI Certification Approval Panel

Lorraine Welsh  
 Accreditation Manager  
 TQCS International Pty Ltd

This certificate verifies the original certificate issued and is valid as long as it is displayed as an electronic copy at [www.tqcsi.com](http://www.tqcsi.com) and surveillance audits are satisfactorily completed. TQCSI International Pty Ltd (ABN 59 065 953 924) of Quality House, 117A Tapleys Hill Road, Hendon, SA, 5014, Australia issues certification subject to the TQCSI Rules of Certification. The certificate can be verified on CNCA's web site at [www.cnca.gov.cn](http://www.cnca.gov.cn).



TQCS  
 INTERNATIONAL  
 PTY LTD  
[www.tqcsi.com](http://www.tqcsi.com)



[www.aacb.com.au](http://www.aacb.com.au)



[www.iaf.nu](http://www.iaf.nu)



[www.ias-anz.org/register](http://www.ias-anz.org/register)



## TEST REPORT

CLIENT DETAILS		LABORATORY DETAILS	
Contact	Henry Ho	Manager	SGS-CSTC
Client	Beston (Henan) Machinery Co., Ltd.	Laboratory	Shanghai Environmental Services
Address	9th Floor, E-Business center of Central China, South third ring & Zhengping Road, Erqi District, Zhengzhou, Henan, China.	Address	2/F, 3RD BUILDING NO. 889, YISHAN ROAD, XUHUI DISTRICT, SHANGHAI, CHINA
Telephone	-	Telephone	+86 (21) 6140 2666-2002
Fax/telex	-	Fax/telex	+86 (21) 6116 2164
Email	-	Email	REPORT.ENV@SGS.COM
Order Number	-	Report Number	SHE17-02663 R0
Samples	Exhaust Gas(1)	SGS Reference	000068725
Project	-	Date Reported	2017/05/25

### COMMENTS

1. This test document cannot be reproduced in any way, except in full content, without prior approval in writing by the laboratory.
2. The results shown in this test report refer only to the sampling and the sample(s) tested unless otherwise stated.

### SIGNATORIES

蒋明册  
Mingyue JIANG  
Reported by

郑政政  
Charles ZHENG  
Reviewed by

沈峰塔  
Eddy SHEN  
Lab Manager



Unless otherwise agreed in writing, this document is issued by the Company subject to its General Conditions of Service printed overleaf, available on request or accessible at <http://www.sgs.com/en/Terms-and-Conditions.aspx>, and for electronic format documents, subject to terms and conditions for electronic documents at <http://www.sgs.com/en/terms-and-conditions/terms-e-document.aspx>. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein. Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. This document cannot be reproduced except in full, without prior written approval of the Company. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law. Unless otherwise stated the results shown in this test report refer only to the sample(s) tested and such sample(s) are retained for 30 days only.

Attention: To check the authenticity of testing/inspection report & certificate, please contact us at telephone: 86-701 83071443, or e-mail: [CN.Qcs@sgs.com](mailto:CN.Qcs@sgs.com)

3<sup>rd</sup> Building, No.889 Yishan Road, Xuhui District, Shanghai, China 200233 | (86-21) 61072625 | (86-21) 61152164 | [www.sgs.com](http://www.sgs.com)  
 中国·上海·徐汇区宜山路889号3号楼 邮编:200233 | (86-21) 61072625 | (86-21) 61152164 | [e.sgs.china@sgs.com](mailto:e.sgs.china@sgs.com)

Member of the SGS Group (SGS SA)





# CERTIFICATE

## ATTESTATION CERTIFICATE OF MACHINERY DIRECTIVE

Technical file of the company mentioned below has been observed  
2006/42/EC Machinery Directive has been taken as references for these processes

Company Name : **Beston (Henan) Machinery Co., Ltd.**  
Company Address : **9 Floor,6 Building, E-commercial Port of Center China,  
Zhengping Road & Lijiang Road,Erqi District,Zhengzhou City,  
Henan Province,China**  
Manufacturer Name : **Beston (Henan) Machinery Co., Ltd.**  
Manufacturer Address : **Beibo Industrial Zone,Xiwang Road,Industry Cluster Area,  
Liangyuan District,Shangqiu City,Henan Province,China**  
Related Directives and Annex : **Machinery Directive 2006/42/EC**  
Related Standards : **EN ISO 12100:2010;EN 60204-1:2006+A1:2009+AC:2010**  
Product Name : **Environmental-Protection Waste Recycling Equipment Using  
Waste Rubber,Plastic,Oil Sludge and other Waste Oil**  
Report No and Date : **XMT0201702050L/MD**  
Product Brand/Model/Type : **BLJ-06;BLJ-10;BLL-16;BLL-30;BZJ-06;BZJ-10;BZJ-20;  
BZL-25;BZJ-50;BZL-100**

Certificate Number : **M.2016.201.N1907**  
Initial Assessment Date : **24.08.2017**  
Registration Date : **25.08.2017**  
Reissue Date/No : **-**  
Expiry Date : **24.08.2022**

  
UDEM International Certification  
Auditing Training Centre Industry  
and Trade Co. Ltd.

The validity of the certificate can be checked through [www.udemtd.com.tr](http://www.udemtd.com.tr). The CE mark shown on the right can only be used under the responsibility of the manufacturer with the completion of EC Declaration of Conformity for all the relevant Directives. This certificate remains the property of UDEM International Certification Auditing Training Centre Industry and Trade Co. Ltd. to whom it must be returned upon request. The above named firm must keep a copy of this certificate for 15 years from the registration of certificate. This certificate only covers the product(s) stated above and UDEM must be noticed in case of any changes on the product(s)  
Address: Mutlukent Mahallesi 2073 Sokak (Eski 93 Sokak) No:10 Çankaya - Ankara - TURKEY  
Phone: +90 0312 443 03 90 Fax: +90 0312 443 03 74  
E-mail: info@udemtd.com.tr www.udemtd.com.tr



**ANEXO 5 – COSTO DE MANO DE OBRA**

MANO DE OBRA								
Cantidad	Puesto de trabajo	Cargo	Jornada laboral	Turno	Salario mensual (Bs)	Salario mensual (U\$D)	Salario anual (U\$D)	
1	Gerencia general	Ingeniero industrial	8 horas	Normal	Bs 17.072,00	\$ 2.453	\$ 29.434	
1	Gerencia productiva	Ing. Industrial / Ing. mecánico	8 horas	Normal	Bs 12.103,00	\$ 1.739	\$ 20.867	
1	Gerencia administrativa	Ing. Industrial	8 horas	Normal	Bs 11.213,00	\$ 1.611	\$ 19.333	
9	Producción	Operarios de producción.	8 horas	Mixto	Bs 27.000,00	\$ 3.879	\$ 46.552	
3	Producción	Operario de carga.	8 horas	Mixto	Bs 9.000,00	\$ 1.293	\$ 15.517	
1	Mantenimiento	Ingeniero/Técnico mecánico	8 horas	Normal	Bs 4.000,00	\$ 575	\$ 6.897	
1	Contabilidad	Contador	8 horas	Normal	Bs 4.000,00	\$ 575	\$ 6.897	
2	Transporte	Chofer / Ayudante	8 horas	Normal	Bs 5.000,00	\$ 718	\$ 8.621	
1	Limpieza	Limpieza	8 horas	Normal	Bs 2.500,00	\$ 359	\$ 4.310	
					<b>\$ 91.888</b>	<b>\$ 13.202</b>	<b>\$ 158.428</b>	



## ANEXO 6 – TARIFARIO BANCO DE CREDITO DE BOLIVIA

6.	Cuenta Corriente	Bs.	US\$
6.1.	Sobregiro		
6.1.1.	Sector no productivo	30.00%	30.00%
6.1.2.	Sector productivo (Gran Empresa)	6.00%	6.00%
6.1.3.	Sector productivo (Mediana Empresa)	6.00%	6.00%
6.1.4.	Sector productivo (Pequeña Empresa)	7.00%	7.00%
6.1.5.	Sector productivo (Microempresa)	11.50%	11.50%



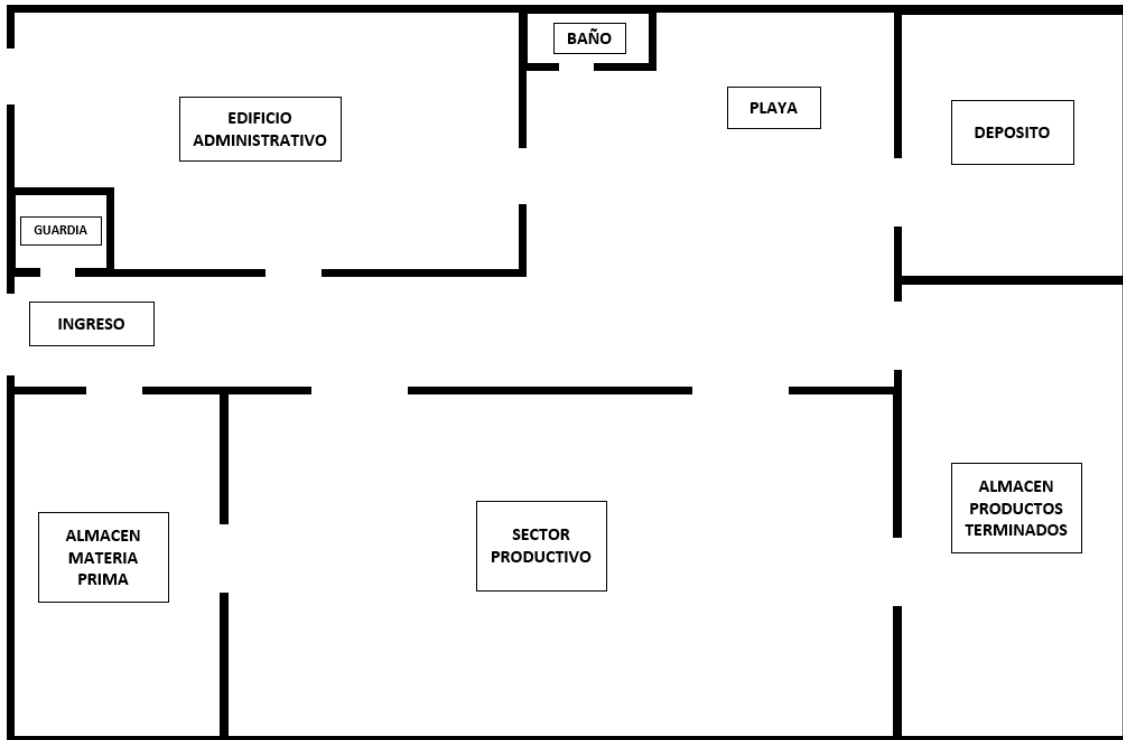
## ANEXO 7 – AMORTIZACIÓN DE LA DEUDA

Inversión del proyecto	\$ 512.050,01
Financiamiento	50%
Amortización	Sistema Francés
Deuda	\$ 256.025,00
Tasa de interés	7%
Cantidad de pagos	5
a (n,i)	1,402551731
Cuotas	\$ 62.442,12

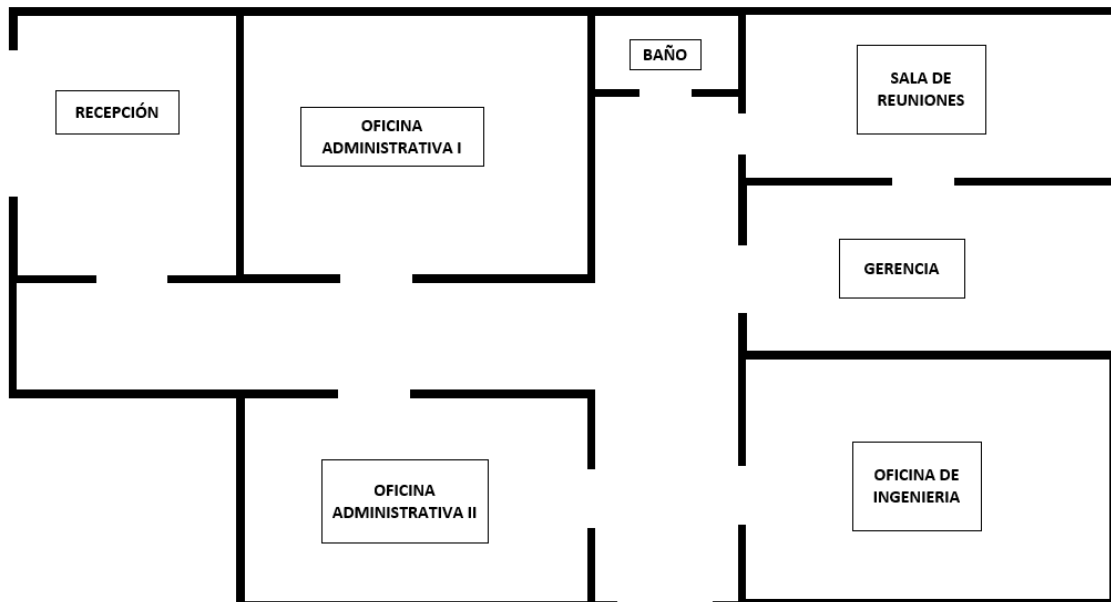
	0	1	2	3	4	5
Interés	\$ -	\$ 17.921,75	\$ 14.805,32	\$ 11.470,75	\$ 7.902,75	\$ 4.085,00
Amortización	\$ -	\$ 44.520,37	\$ 47.636,79	\$ 50.971,37	\$ 54.539,36	\$ 58.357,12
Cuota	\$ -	\$ 62.442,12	\$ 62.442,12	\$ 62.442,12	\$ 62.442,12	\$ 62.442,12
Saldo	\$ 256.025,00	\$ 211.504,64	\$ 163.867,85	\$ 112.896,48	\$ 58.357,12	\$ 0,00



## ANEXO 8 – LAYOUT DE PLANTA




LAY OUT GENERAL



EDIFICIO ADMINISTRATIVO



## ANEXO 9 – REPORTE DE ANALISIS DE PRODUCTO



Report Date: 21/04/2018  
BESTON (HENAN) MACHINERY CO., LTD  
CHINA

**Analysis Report: ST18-03203.001**

The results shown in this test report specifically refer to the sample(s) tested as received unless otherwise stated. All tests have been performed using the latest revision of the methods indicated, unless specifically marked otherwise on the report. Precision parameters apply in the determination of the below results. Users of the data shown on this report should refer to the latest published revisions of ASTM D3244; IP 367 and ISO 4259 and when utilizing the test data to determine conformance with any specification or process requirement. With respect to the UOP methods listed in the report below the user is referred to the method and the statement within it specifying that the precision statements were determined using UOP Method 999. This Test Report is issued under the Company's General Conditions of Service (copy available upon request or on the company website at www.sgs.com). Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues defined therein. This report shall not be reproduced except in full, without the written approval of the laboratory.

WARNING: The sample to which the findings recorded herein relate was drawn and / or provided by the Client or by a third party acting at the Client's direction. The Findings constitute no warranty of the sample's representativeness of any goods and strictly relate to the sample. The Company accepts no liability with regard to the origin or source from which the sample is said to be extracted.

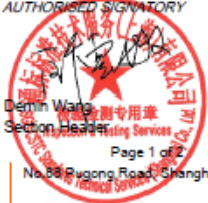
JOB ORDER NO. :	OBOCJ1800114-01FO	BOSS ORDER NO.:	--
SAMPLE SOURCE :	Supplied by Client	PRODUCT DESCRIPTION :	Fuel Oil - waste tyre oil
SAMPLE TYPE :	--	RECEIVED :	11/04/2018
SAMPLED :	--	COMPLETED :	21/04/2018
ANALYSED :	19/04/2018 - 21/04/2018		
CONTAINER :	2x500mL Plastic Bottle		
REPORT COMMENT :	The test report shall only be used for clients' scientific research, teaching, internal quality control, product research and development, etc... and just for internal reference.		

PROPERTY	METHOD	RESULT UNITS	MIN	MAX
Appearance	Visual	DARK --	--	--
ASTM Colour	ASTM D1500-12(2017)	D8.0 --	--	--
Density at 15°C	ASTM D1298-12b(2017)	917.8 kg/m <sup>3</sup>	--	--
Distillation of Petroleum Products at Atmospheric Pressure	ASTM D86-17			
Initial boiling point (IBP)		56.1 °C	--	--
10 % Recovered at		143.6 °C	--	--
50 % Recovered at		292.3 °C	--	--
90 % Recovered at		391.3 °C	--	--
Flash Point by PMCC	ASTM D93-16a(Procedure A)	<40.0 °C	--	--
Copper Strip corrosion (3h / 50°C {122°F})	ASTM D130-12	1a Rating	--	--
Total Sulfur Content	ASTM D2622-16	0.933 % (m/m)	--	--
Kinematic Viscosity at 40°C	ASTM D445-17a	3.543 mm <sup>2</sup> /s	--	--
Conradson Carbon Residue	ASTM D189-06(2014)	0.58 % (m/m)	--	--
Water Content	ASTM D6304-16e1(Procedure A)	769 mg/kg	--	--
Ash from Petroleum Products	ASTM D482-13			
Ash		0.001 % (m/m)	--	--
Sediment by Extraction	ASTM D473-07(2017)e1	0.08 % (m/m)	--	--
Gross Heat of Combustion	GB/T 384-81(2004)	42.755 MJ/kg	--	--
Net Heat of Combustion of Light Oil	GB/T 384-81(2004)	40.210 MJ/kg	--	--

REPORTED BY

Amy Wu  
Chemist  
2104201820010000093961  
SGS-CSTC Standards Technical Services (Shanghai) Co., Ltd  
Shanghai OGC Testing Center

AUTHORISED SIGNATORY



Denin Wang  
Section Head

Page 1 of 2  
OGC-EN\_REPORT-2017-07-11\_v60e  
No.88 Pugong Road, Shanghai Chemical Industry Park, Shanghai, China, 201607  
Member of the SGS Group ( Société Générale de Surveillance )

110

