



# POSGRADOS

---

## Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

### Opción de Titulación:

Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo

### Tema:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL DISEÑO  
E IMPLEMENTACIÓN DE UNA LINEA DE  
PRODUCCIÓN PARA ELABORAR PANELES  
AISLANTES

### Autor(es)

MIGUEL ANGEL VALAREZO TUMBACO

### Director:

*TANIA CATALINA ROJAS PÁRRAGA*

GUAYAQUIL – Ecuador  
2023



**Autor(es):**



***Miguel Angel Valarezo Tumbaco***

Ingeniero Industrial

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

miguel\_vlrz@hotmail.es

**Dirigido por:**



***Tania Catalina Rojas Párraga***

Ingeniero Industrial

Máster en Gestión de Productividad y Calidad

Docente de la Carrera ingeniería Industrial – Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil

trojas@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

**DERECHOS RESERVADOS**

2023 © Universidad Politécnica Salesiana.

**GUAYAQUIL– ECUADOR – SUDAMÉRICA**

***Miguel Angel Valarezo Tumbaco***

Estudio de factibilidad del diseño e implementación de una línea de producción para elaborar paneles aislantes

---

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación va en nombres de mis abuelos que en paz descansen, a mis padres que siempre apoyaron a lo largo de mi carrera y que gracias a ellos es ahora donde estoy, a mis amigos que siempre me animan a seguir adelante y ser cada día ser mejor en lo profesional y lo personal.

Miguel Valarezo Tumbaco.

---

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios ante todo ya que gracias a él es donde estoy y lo hace posible, a mis compañeros de la maestría ya que gracias a sus conocimientos se logró culminar esta maestría a base de esfuerzo y perseverancia, gracias también a la empresa donde laboro ya que sin ellos no podría realizar este trabajo de titulación.

Miguel Valarezo Tumbaco.

# Tabla de Contenido

Resumen .....	11
Abstract .....	12
<b>1. Introducción .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Determinación del Problema.....</b>	<b>14</b>
2.1 Situación problemática.....	14
2.2 Formulación del problema .....	15
2.2.1 Problema general .....	15
2.2.2 Problemas específicos .....	15
2.3 Justificación de la investigación.....	15
2.4 Objetivo .....	16
2.4.1 Objetivo general .....	16
2.4.2 Objetivos específicos .....	16
<b>3. Marco teórico referencial.....</b>	<b>17</b>
3.1 antecedente de la investigación.....	17
3.2 Bases teóricas .....	20
<b>4. Materiales y metodología .....</b>	<b>24</b>
4.1 Tipo, diseño y nivel de investigación.....	24
4.2 Tipos de instrumento de investigación .....	24
4.3 Tratamiento de la información.....	24
4.4 Demanda del producto.....	29
4.5 Dimensión de la planta.....	36
4.5.1 Prensa hidráulica .....	36
4.5.2 Maquina inyectora de isocianato y polioliol .....	40
4.5.3 Cortadora de panel aislante .....	41
4.5.4 Roll forming .....	42
4.5.5 Montacarga .....	43
4.5 Costo de inversión para la factibilidad del proyecto	<b>Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
4.6 Distribución de planta para la línea de producción de Panel aislante .....	44
4.7 Parámetros de calidad.....	45
4.8 Estudio de factibilidad .....	46
4.9 Costos fijos.....	50
4.10 Costos variables.....	55

---

4.11	Margen de contribución.....	65
4.12	Financiamiento.....	66
4.13	Estado de pérdida y ganancia .....	71
4.14	Cálculo del TIR y VAN .....	77
<b>5.</b>	<b>Resultado y discusión.....</b>	<b>79</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>88</b>
<b>7.</b>	<b>Recomendaciones .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>8.</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>90</b>
<b>9.</b>	<b>Anexos.....</b>	<b>92</b>

# Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Costo por transporte de MP en el año</i>	27
Tabla 2	<i>Costo por transporte de retazo de bobinas</i>	27
Tabla 3	<i>Costo por transporte de PT</i>	28
Tabla 4	<i>Costo por transporte de daño de la MP</i>	29
Tabla 5	<i>Importaciones de Polioliol e Isocianato</i>	30
Tabla 6	<i>Importaciones de isocianato y polioliol</i>	33
Tabla 7	<i>Pronóstico de importaciones de isocianato y polioliol</i>	34
Tabla 8	<i>Resumen de la representación de producción para Mafrico</i>	34
Tabla 9	<i>Ventas de panel aislante en m2</i>	35
Tabla 10	<i>Ventas de panel aislante en m2</i>	36
Tabla 11	<i>Tiempo de producción de la máquina</i>	37
Tabla 12	<i>Dimensión del panel aislante</i>	37
Tabla 13	<i>Puntuación de proveedor</i>	43
Tabla 14	<i>Niveles para paneles sándwich de poliuretano con caras metálicas para uso residencial, industrial y sector terciario</i>	45
Tabla 15	<i>Niveles recomendados para paneles sándwich de doble cara metálica para uso recintos frigoríficos</i>	46
Tabla 16	<i>Peso por espesor de Bobina</i>	47
Tabla 17	<i>Resumen de cálculos PT de Panel aislante</i>	48
Tabla 18	<i>Resumen de kg por cada Tn</i>	49
Tabla 19	<i>Costos por Tn por Mp</i>	49
Tabla 20	<i>Datos para amortización del préstamo</i>	66

Tabla 21 <i>Estado de perdida y ganancia</i> .....	76
Tabla 22 <i>Costo de energía mensual</i> .....	79
Tabla 23 <i>Depreciación mensual de máquina</i> .....	79
Tabla 24 <i>Costo de mantenimiento Mensual</i> .....	80
Tabla 25 <i>Costo de la MP</i> .....	80
Tabla 26 <i>Costo de MOD mensual</i> .....	81
Tabla 27 <i>Costo de MOI mensual</i> .....	81
Tabla 28 <i>Resumen de costo variable de fabricación</i> .....	82
Tabla 29 <i>Resumen de costo fijo de fabricación</i> .....	82
Tabla 30 <i>Resumen de costos de producción mensual</i> .....	82
Tabla 31 <i>Dimensión del panel aislante</i> .....	83
Tabla 32 <i>Datos para amortización del préstamo</i> .....	83
Tabla 33 <i>Amortización del proyecto</i> .....	84
Tabla 34 <i>Flujo de caja</i> .....	85
Tabla 35 <i>Resultado del TIR y VAN</i> .....	86



# Índice de Figura

Figura 1 <i>Proceso de subcontratación</i> .....	26
Figura 2 <i>Traslado de PT desde el proveedor a planta</i> .....	28
Figura 3 <i>MP en mal estado</i> .....	29
Figura 4 <i>Tendencia de las importaciones de isocianato y polioliol</i> .....	31
Figura 5 <i>Tendencia de las importaciones de isocianato y polioliol</i> .....	31
Figura 6 <i>Tendencia de las importaciones de isocianato y polioliol</i> .....	32
Figura 7 <i>Tendencia de las importaciones de isocianato y polioliol</i> .....	32
Figura 8 <i>Tendencia de las importaciones de isocianato y polioliol</i> .....	33
Figura 9 <i>Ventas de panel aislante en m2</i> .....	35
Figura 10 <i>Prensa hidráulica 2+2</i> .....	39
Figura 11 <i>Maquina inyectora de isocianato y polioliol</i> .....	41
Figura 12 <i>Cortadora de panel aislante</i> .....	42
Figura 13 <i>Maquina roll forming</i> .....	42
Figura 14 <i>Calculo del VAN</i> .....	77
Figura 15 <i>Cálculo del TIR</i> .....	78
Figura 16 <i>Distribución de planta</i> .....	86

# **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PANELES AISLANTES**

Autor:

Miguel Angel Valarezo Tumbaco

## Resumen

---

El objetivo del presente estudio es diseñar y proponer un estudio de factibilidad en la cual se analice la instalación de una línea de producción de panel aislante se pueda resolver el problema de atrasos en la entrega del producto al cliente final.

Adicional es también reducir los costos adicionales que se generar por la subcontratación de este servicio a una maquila que se dedica a producir el mismo producto siendo así una competencia para la empresa

Además, es realizar un análisis financiero que implica montar una línea de producción de paneles aislante aplicando las herramientas del TIR y el VAN

Con lo antes expuesto se busca eliminar la subcontratación del panel aislante y producirlo en la planta eliminando costos adicionales, y también reducir actividades y estandarizar el proceso de producción como el demás producto en la compañía cumpliendo con la norma de calidad establecida para el producto.

### **Palabras clave:**

Panel Aislante, Panel sandwich, Poliuretano, Espuma de poliuretano, espuma rígida de poliuretano

## Abstract

---

The objective of this study is to design and propose a feasibility study in which the installation of an insulating panel production line is analyzed in order to solve the problem of delays in the delivery of the product to the final customer.

Additionally, it is also to reduce the additional costs that are generated by subcontracting this service to a maquila that is dedicated to producing the same product, thus being a competition for the company.

In addition, it is to carry out a financial analysis that involves setting up an insulating panel production line applying the TIR and GO tools.

With the above, it is sought to eliminate the subcontracting of the insulating panel and produce it in the plant, eliminating additional costs, and also reduce activities and standardize the production process like the other products in the company, complying with the quality standards established for the product.

**Keywords:**

Insulating Panel, Sandwich Panel, Polyurethane,

# 1. Introducción

Los paneles aislantes es un producto que en los últimos años ha ido creciendo en términos de uso ya que cumple una función importante como es el aislamiento termoacústico ya sea para frío o calor, su uso es muy común en galpones industriales para el procesamiento de alimentos, casas residenciales, laboratorios hospitalarios o industrial, frigoríficos, en avícolas etc. Este producto ayuda a la rápida instalación ya que es fácil de instalar y es liviana a comparación de otros materiales de construcción.

En la empresa PANELES-PLUS en la actualidad se dedica a la fabricación y comercialización de soluciones de acero como tubería, perfiles, galvanizado, figurado y cubiertas, además de estos productos la empresa también brinda otros productos como es el paneles aislantes en cubierta y pared en 2 tipos como es el PIR (espuma rígida de poli-isocianurato) y PUR (espuma rígida de poliuretano) de diferentes espesores que van desde 30 mm hasta 100 mm, actualmente la empresa opera en la ciudad de Guayaquil con 35 años en el mercado ecuatoriano.

Para el estudio del presente trabajo de titulación se enfocará netamente en el producto de paneles aislantes en la cual la empresa subcontrata este servicio a otra empresa que cumple con los estándares de calidad que exige la norma, para este producto hay variables que dependerá del costo del producto por m<sup>2</sup> como son:

- Espesor de la lámina de acero ya sea para cubierta o pared.
- Lamina Pre-pintada o Galvanizada
- Espesor del núcleo de poliuretano.
- Tipo de poliuretano (PIR o PUR).

Además, el proceso de subcontratación de la compañía es muy burocrática ya que pasa por algunos departamentos que deben realizar su actividad hasta que se envíe la orden de compra (OC) al proveedor y el envío de la materia prima (MP).

La empresa actualmente tiene como proyecto la compra de una máquina para la producción propia de paneles aislante y dejar la dependencia del proveedor ya que las ventas de este producto han aumentado según la demanda que se tiene en la base de datos de la compañía en los últimos años.

## 2. Determinación del Problema

### 2.1 Situación problemática

El producto de paneles aislantes es un requerimiento bajo pedido del cliente, el pedido se realiza bajo plano o medición que da el cliente en la obra en curso o a su vez el levantamiento de información que hace el comercial para después realizar la planilla o despiece del producto.

El proceso de subcontratación en la empresa empieza con la necesidad por parte del comercial realizando un pedido en el sistema de planificación de recursos empresariales (SAP) generando un código comercial y con esto el SAP al mismo tiempo se crean dos códigos adicionales que son:

- Orden de producción (OP) para procesamiento de cubierta
- Solicitudes de pedido (SOLPED) automática que se refleja en el módulo de compra donde la analista de compra tiene que convertirlo en una OC.
- Previo al envío de la OC el asistente de producción envía al departamento de compras un archivo llamado “despiece del producto” donde se indica los siguientes datos:
  - medidas de las planchas
  - cantidades total de cubierta o pared
  - m2 cuadrados que el Dpto. de compras debe notificar al proveedor que debe facturar para el caso de las cubiertas.

Una vez enviada la OC, el departamento de producción tiene que enviar un correo al departamento de logística para que el material de cubierta sea enviado al proveedor junto con una bobina de acero galvanizada o pre-pintada según sea el requerimiento.

Luego el proveedor dependiendo de la demanda que tenga para sus clientes debe enviar un correo de fechas de entrega del pedido al departamento de administración planta para coordinar el retiro del producto con el departamento de logística con la finalidad de que logística pueda enviar un vehículo adecuado para los paneles aislantes y posterior entrega del producto al cliente.

Además de los inconvenientes antes mencionados la empresa incurre a costo adicionales como el costo de transporte por entregar la MP al proveedor, costo por el retiro de sobrantes o saldos de bobinas, costo por cambio de MP que tienes problemas de calidad y en algunas ocasiones, el costo por desalojar el espacio del proveedor y traerlo a plata hasta que se pueda despachar al cliente.

También hay malestar por parte de cliente porque suele llegar tarde su producto en algunas ocasiones ya que el proceso de subcontratación desde que se pone el pedido en SAP hasta que el proveedor tenga listo la producción transcurren entre 15 a 20 días.

## 2.2 Formulación del problema

### 2.2.1 Problema general

¿Es factible la implementación de una línea de producción de inyección de paneles aislantes en el proceso de fabricación de cubiertas considerando que actualmente se subcontrata el proceso de elaboración, para logra disminuir los tiempos de producción, garantizar la calidad del producto y fortalecer el servicio al cliente?

### 2.2.2 Problemas específicos

- ¿Es posible diseñar la planta de producción para elaborar paneles aislantes considerando la demanda actual?
- ¿Es viable desarrollar un análisis técnico financiero que permita determinar la factibilidad de la implementación la de línea de producción para elaborar paneles aislantes?

## 2.3 Justificación de la investigación

Lo que se desea plantear en este trabajo de titulación es realizar los cálculos para que la alta gerencia puedan analizar la importancia de contar con un estudio de factibilidad de implementar una línea de panel aislante aprovechando que el mercado de la construcción se cuenta con un ligero crecimiento de este producto aprovechando la innovación a nuevos materiales como es el panel aislante, además en los últimos años se ha visto nuevas maneras optimizar en tiempo y costos en el sector de la industria y construcción nuevas maneras de construcción usando poliuretano, es por esto que es necesario que la empresa entre a abrir su abanico de producto en el segmento de cubierta

para entrar a competir en el mercado en precios, atención al cliente y producto de buena calidad, buscando así también reducir los tiempos de entregas a los clientes, evitar la maquila a otra empresa y reduciendo los costos de fabricación del panel aislantes.

## 2.4 Objetivo

### 2.4.1 Objetivo general

Realizar un análisis de factibilidad en la implementación de una línea de producción de paneles aislantes, considerando los factores técnicos, económicos y financiero para reducir los costos de operaciones y mejorar la satisfacción del cliente.

### 2.4.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual del proceso de subcontratación de fabricación del panel aislante, describiendo las actividades que generan complicaciones en la empresa para determinar el impacto económico desfavorable de este modelo de negocio.
- Diseñar la línea de producción de paneles aislantes considerando la demanda del producto, las normativas vigentes, la maquinaria y los recursos necesarios para obtener un producto que cumpla con los estándares de calidad y los requisitos del cliente.
- Desarrollar un análisis técnico financiero, considerando el costo del proyecto, el financiamiento y tiempo de recuperación de la inversión para determinar la factibilidad de implementar una línea de producción de paneles aislantes



## 3. Marco teórico referencial

---

### 3.1 Antecedente de la investigación

A continuación, se exponen varias teorías e investigaciones de empresas y universidades que ayudan a fortalecer la veracidad del presente trabajo de titulación.

Los inicios del poliuretano se dan en 1849 donde se realizó la primera reacción química entre un compuesto hidroxílico y un isocianato por los profesores de química Charles Wurtz y August Hofmann pero para el año 1937 gracias a Dr. Oto Bayer con el proceso de poliadiación mediante dos compuesto químico logro descubrir el poliuretano pero no fue sino por los años 50 que se comenzó la comercialización de diisocianato, (Huaraca, 2018).

El poliuretano (PU) se consigue mediante la fusión de simultaneo del polioli y isocianato por medio del proceso exotérmico, este producto es conocido y utilizado en el mercado mundial del poliuretano y ha originado un crecimiento en los últimos años, además en la producción de PU se utilizan a menudo agentes expansivos físicos como el ciclopentano que cuando se evapora hace que la espuma se expanda, (Santiago-Calvo, 2018).

En la asociación de la industrial del poliuretano rígido habla de los componentes que constituyen el panel sándwich tales como el núcleo de espuma “poliuretano” y dos planchas metálicas galvanizadas, el material aislador se inyecta o se rocía fijándose a la plancha metálica, este tipo de articulo fue exhibido en los años 60. Este tipo de producto tiene algunas aplicaciones en zona industriales, edificaciones y residenciales.

El proceso de fabricación del panel sándwich que inicia con las bobinas de acero de diferente espesores donde se las conforman en una máquina roladora dándole la forma final, luego las láminas inferior conformada se las ubica en una prensa para luego colocarles bloques de poliuretano que dan el espesor del panel y también para nivelar la laminar superior para después ser acoplada la prensa superior, luego se inyecta la mezcla del poliuretano entre unos agujeros que se encuentran al costado de la prensa donde la mezcla se va expandiendo, la función de la prensa superior es evitar que el panel se deforme y manteniendo el espesor deseado hasta que finalmente se desmonta la prensa, (Lescano, 2020).

---

Los reactivos que tienen el poliuretano donde se les pueden agregar algunos reactivos tales como el isocianato, polioliol, surfactantes y catalizadores además se le pueden agregar retardantes al fuego, (Freire A. d., 2018).

El panel aislante está compuesto de dos lados de acero y en medio el aislante ya sea PUR o PIR que son los que actúan como termoacústico, estos aislantes reaccionan químicamente dentro de las planchas del acero. Este producto está hecho para utilizarse como por ejemplos en aeropuertos, galpones de producción, tiendas, establecimiento comerciales etc., (MultipanelMéxico , 2023).

El poliuretano es la aleación del Isocianato y Polioliol y que estos componentes químicos permanecen es estado líquido en temperatura ambiente y que al combinarse forma una reacción exotérmica formando una estructura sólida a nivel molecular con un volumen superior a lo que ocupa cuando está en estado líquido, para la fabricación de panel aislante usa de color natural o prepintado con rigidizadores según la necesidad del cliente, realizan espesores que van desde 50 mm hasta los 150 mm de espesor y longitud, (Ecuapoliuretanos, 2021).

Una máquina inyectora de poliuretano para creada para el procesamiento de bloque de poliuretanos para producción de altos volúmenes y estas máquinas están compuesta de cabezal de mezclado, bombas dosificadoras, bombas de vacío, controlador PVC, tuberías y mangueras, tanque principal individual, (Patricio, 2020).

Las cualidades del panel sándwich tales como el aislamiento térmico que con su núcleo formado de espuma expansora de poliuretano ayuda a que el coeficiente de transmisión térmica sea lo menos posible, además está protegida por 2 láminas de acero galvanizada que ayuda a la resistencia mecánica del panel para que pueda soportar cualquier golpe o impacto ocasionados por condiciones externas y fácil de trasladar y montar ya que el núcleo de poliuretano y las 2 planchas metálicas galvanizadas hacen que este producto sea liviano de transportar y montar para los instaladores, (Grupo panel Sandwich, 2023).

EL panel sándwich tiene múltiples propósitos tales como las fachadas, cubiertas y su instalación de este producto son rápida y fácil gracias a que este producto es prefabricado, además recalcar sus propiedades termoacústicas lo cual es indispensable para proteger la infraestructura y los productos a almacenar con altas prestaciones

contra la corrosión, duración y resistencia dependiendo del acabado del acero, (ACH, 2023).

Utiliza poliuretanos para conductos de climatización donde establece que la propiedad de aislante térmico en temporadas de invierno y verano, ahorro de energía, además contiene resistencia al fuego este tipo de producto de conductos se lo aplica en industria alimenticia, hospitales, casas residenciales etc., (Stiferiteisocanale, 2023).

Los poliuretanos tienen múltiples usos de los poliuretanos como son en las vestimentas, electrodoméstico, industria automotriz, edificios, madera compuesta, artefactos electrónicos, en piso, en mobiliarios, en la industria marítima envasados, etc, menciona también los tipos de poliuretano como son los poliuretanos de espuma flexible, espuma rígida, (ChemicalSafetyFacts.org, 2023).

La durabilidad, es un factor muy importante en la corrosión del metal, y por ello ya en el diseño se intentan evitar puntos que faciliten la creación de corrosión, teniendo en consideración el tipo de acero utilizado, acero con recubrimiento de zinc, así como también, la correcta utilización de productos anticorrosivos para proteger al acero. O incluso se reemplaza el material de acero por un material plástico, como en el caso de los cubre pases de rueda, (Revista Técnica de Centro Zaragoza, 2022).

Producción del poliuretano: Contiene estireno y pentanos te forma la estructura celular del material, mientras que el pentano es el agente que expande su estructura, el EPS es ligero, pero rígido, el estireno como el pentano están compuestos de hidrocarburos y se obtienen a partir de subproductos del petróleo y del gas natural, (Fanosa, 2020).

Materiales aislantes: Diseñados para reducir la transferencia de calor entre dos superficies. En el contexto de los edificios, se utilizan para mantener la temperatura interior en un rango confortable durante todo el año, reduciendo así la necesidad de calefacción y refrigeración y, por lo tanto, el consumo de energía (Revista Seguridad360, 2023). Un material compuesto es básicamente un sistema de materiales formado por dos o más fases distintas, cuya combinación proporciona propiedades que son diferentes y mejores a las de sus constituyentes. Las estructuras de materiales compuestos fueron tipo "sándwich", y se obtenían ensamblando por pegado (o soldadura) dos láminas delgadas y de alta resistencia, denominadas pieles, y una placa

gruesa de material ligero, denominada núcleo, de bajas características mecánicas, (Freire P. , 2021).

## 3.2 Bases teóricas

En este apartado se manifiestan los conceptos y definiciones de estudios e investigaciones realizadas relacionadas a la fabricación del panel inyectado o derivados que componen este producto.

Poliuretano. – Mezcla de dos componentes que provienen del azúcar y derivado del petróleo como son el Isocianato y el Polioliol juntos aditivos forman un cuerpo rígido y con poros, (Carlos & Stefania, 2018).

Panel Aislante. – Composición de dos planchas metálicas, una superior y una inferior que en el núcleo contiene espuma rígida de poliuretano.

Cubierta. – Se define como una cosa que tiene como objetivo cubrir o proteger persona animal que estén expuesto al ambiente.

Bobina Aluzinc. – Material aliado con otros metales que ayudan a proteger de la corrosión del metal, las bobinas de Aluzinc con tiene aluminio, Silicio y Zinc.

Roll Forming. – Máquina diseñada para para formar laminas metálicas en formas restas que es suministrada por una hilera de rodillos que van dándole forma al metal, (Form Process Engineering, 2023).

Línea de producción discontinuo de panel sándwich. – Consiste en sistema de moldes metálicos que permiten cargar y a su vez descargar el producto terminado, además este tipo de máquina cubre menos espacio que una máquina continua, (etw Cloud, 2023)

Línea de producción continua de panel sándwich. – Consiste en iniciando con dos bobinas desenrollando donde pasan por rodillos de moldeado, pasan por un precalentador y luego a la inyección de los componentes del poliuretano en alta presión donde después es cortado a la medida requerida, (Sandwich, Grupo Panel, 2023)

Bobina Pre-Pintada. – Producto que se obtiene por medio de un tratamiento químico dándole una película superficial, luego de lo envía un horno y finalmente es curado, (COSAcerologo, 2022).

Planificación de recursos materiales. – También conocido por sus siglas en inglés como planificación de requerimientos de materiales (MRP), es un sistema generalmente asociado a un software el cual ayuda en la planificación de la producción y el control de inventarios, debe permitir responder las interrogantes ¿qué? ¿cuánto? y ¿cuándo?, se debe abastecer para producir, generalmente al hacer la explosión de materiales del plan maestro de producción, que no es otra cosa que obtener el detalle de los ingredientes a utilizar de las órdenes a producir. Para ello se debe contar con la lista de materiales y sus respectivas características.

Lista de materiales (BOM). – Detalla todos los ingredientes o componentes a utilizar en la fabricación de los productos terminados enmarcados en el plan maestro de producción. Deben estar codificados, con el respectivo detalle, unidad de medida, etc.

El pronóstico. – Consiste en el análisis de series de tiempo con métodos estadísticos y modelos matemáticos que se basan en datos históricos para inferir el comportamiento futuro y reconocer tendencias, patrones de estacionalidad, temporalidad, cíclicos y variación aleatoria. Existen varios softwares de uso libre o con licencia que sirven para la estimación de pronósticos como Microsoft Excel, R, Python, SPSS, entre otros

Pronóstico de la demanda. – Actividades más importantes que corresponde a la planeación estratégica y consiste en conocer lo que va a pasar en el futuro, tomando en consideración que el mercado es dinámico y no siempre se comporta como un espejo del pasado. Para pronosticar la demanda se usan métodos de predicción y previsión.

Los métodos de previsión. – Son cuantitativos y se basan en datos históricos para conocer el comportamiento futuro de la demanda, con la ayuda de modelos matemáticos se puede pronosticar la demanda a corto, mediano y largo plazo, sin embargo, ningún modelo matemático puede garantizar la precisión y la exactitud de la demanda futura. El mejor modelo es aquel que brinda el menor grado de error al compararlo con la realidad, para ello es importante dar seguimiento al cumplimiento del pronóstico de forma periódica y hacer los ajustes necesarios.

Para elaborar el plan maestro de producción es necesario conocer el tiempo que toma realizar cada producto, definir las barreras de tiempo el pronóstico de la demanda, definir los niveles de inventario, y finalmente considerar que el plan maestro de producción debe ajustarse a las políticas de la empresa.

Promedio ponderado. – Modelo similar al promedio simple con la característica que se le agrega un peso cualquiera a los periodos de interés siempre y cuando la suma total de los pesos sea (1) o 100 %. Estos pesos se asignan a uno o a todos los periodos considerando situaciones particulares del producto como estacionalidad, ciclo de vida, etc.

Promedio móvil simple. – Este modelo no considera la media de todos los datos, toma los últimos periodos, sin agregar un peso, para calcular la media que sería el promedio móvil para el pronóstico de demanda del siguiente periodo.

Promedio móvil ponderado. – Este modelo no considera la media de todos los datos, igual que el modelo anterior, toma los últimos periodos, pero agrega un peso a cada periodo considerando cualquier característica especial considerando que la suma de los pesos sea (1) o 100%, se calcula el promedio móvil que es el pronóstico de demanda del siguiente periodo.

Suavizamiento exponencial. – Modelo que considera la media de un periodo establecido y les asigna mayor ponderación a los periodos más recientes y considera el error del pronóstico actual para calcular el pronóstico del siguiente periodo.

Regresión exponencial. – lo que permite este modelo es buscar una ecuación exponencial que mejor se alinee a los datos agrupados de tal forma que se pueda predecir el futuro con su variable dependiente.

Tendencia lineal. – este método de tendencia está basada en la regresión lineal donde mayor confiesa ofrece cuando sus datos crecen o decrecen constantemente donde su efecto es lineal

Tendencia logarítmica. – también llamada logaritmo natural y se ajusta a la curva inmediatamente cuando los datos crecen y decrecen rápidamente para posterior estabilizarse, estos valores pueden usar valores negativos o positivos

Tendencia polinómica. – también se la conoce como polinomial y es una línea curva, se usa y se puede determinar cuando los datos oscilan o en función de los números mínimos y máximos que pueden ser de orden 2

Tendencia Potencial. – se utiliza cuando los datos crecen o decrecen a un ritmo constante en la curva.

Coeficiente de determinación. – también conocido como  $R^2$  y es una medida estadística que evalúa la relación que tiene entre dos variables y se usa para estudiar las tendencias que pueden tener estas dos variables.

## 4. Materiales y metodología

### 4.1 Tipo, diseño y nivel de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo no experimental porque las variables no han sido adulteradas de forma deliberada, es decir, fueron observadas con el fin de entender cómo actúan en su entorno natural, con un enfoque exploratorio para comprender el origen de su comportamiento.

El tipo de investigación para este trabajo de titulación es transversal y de tipo descriptiva porque se tomaron datos históricos con el objetivo de describir su estado de forma natural con los problemas que hay en la empresa. Se describen los datos recopilados tales como: la demanda, costos, indicadores de reclamos.

El presente trabajo de titulación tiene un enfoque cuantitativo debido a la naturaleza de sus variables, la cuales se muestran en valores numéricos con el fin de proporcionar datos que ayudan con el cumplimiento de los objetivos planteados. Con estas variables se interpretaron los datos históricos de la demanda de paneles aislantes desde el año 2017 hasta el 2021.

### 4.2 Tipos de instrumento de investigación

En el presente estudio se aplicó la técnica de revisión documental, considerando que la información de los datos de producción se encontraba registrada y archivada en los reportes que se manejan en la empresa para los controles internos que han establecido.

Los instrumentos utilizados en el presente trabajo de titulación son los registros documentales que mantiene la organización en los diferentes departamentos, los cuales se encuentran en medios digitales como hojas de cálculo de Excel o en SAP.

### 4.3 Tratamiento de la información

Dentro del mercado de la construcción se busca optimizar los tiempos y reducir costo por lo cual en los proyectos se busca lo que comúnmente se denomina llave en mano que consiste en que un solo proveedor tenga el mayor abanico de producto para las licitaciones o compra que hace el cliente al requerir sus necesidades, es allí donde la



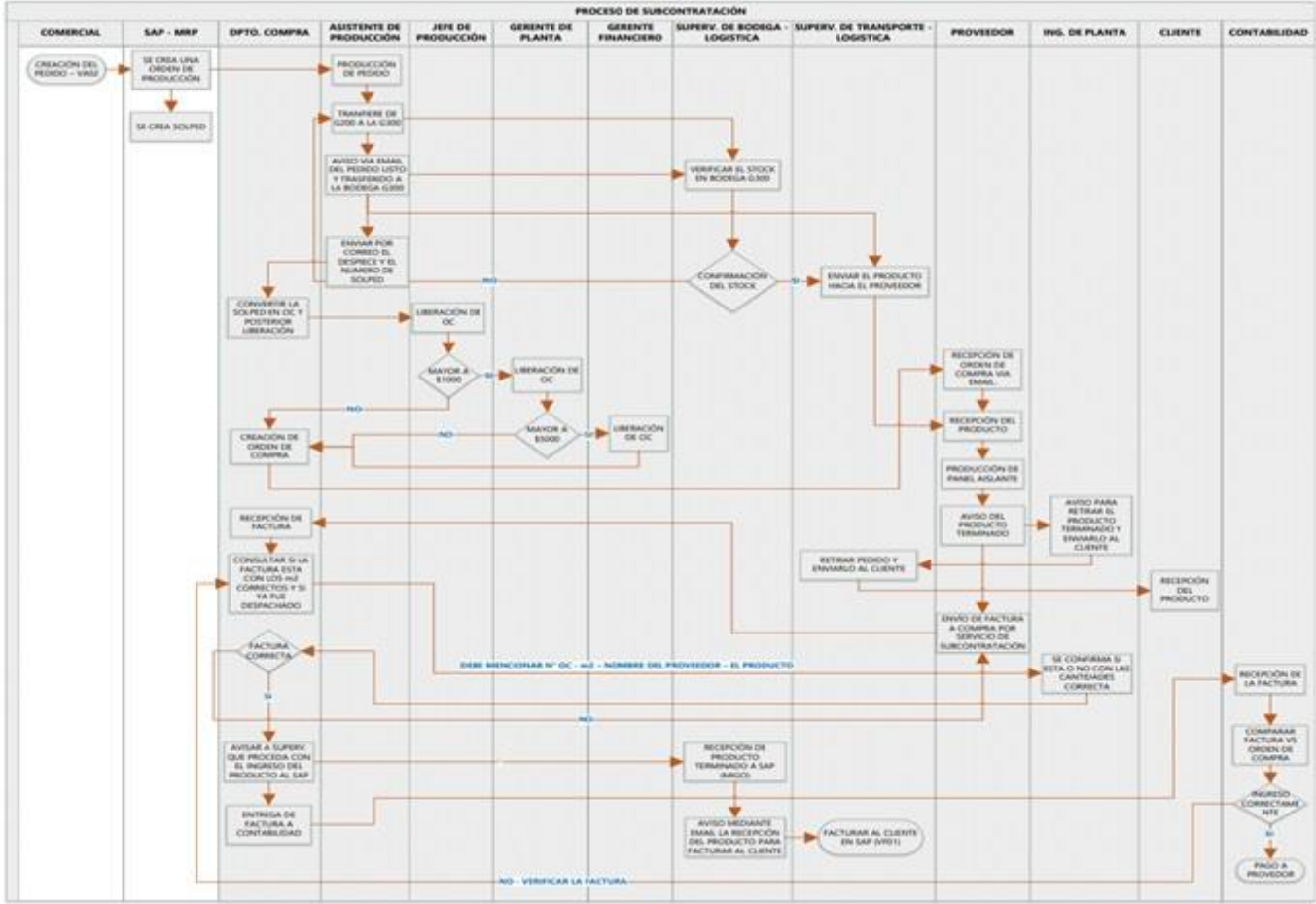
empresa falla en ya que para ciertos proyectos específicamente de construcción donde se requiere el panel aislante no se cuenta con producción propia, por la cual se tiene que maquilar a otra compañía siendo competencia hacia la empresa.

Los problemas que se presentan en la subcontratación fueron tomados de las reuniones e informes mensuales que se tienen con la gerencia de planta, donde se reportan las anomalías y reclamos que tienen los clientes referente a los atrasos en las entregas de los productos, por otra parte, también se presentan los reclamos del departamento logístico por los gastos que se generan en su centro de costos a causa del transporte innecesario que se generan en este proceso de subcontratación.

Se levantó el flujo de proceso de la subcontratación que inicia cuando se pone el pedido por parte de comercial y finaliza con la facturación del servicio del proveedor, cabe señalar que en este proceso intervienen varios departamentos, los cuales registran sus actividades en el sistema SAP.

A continuación, en la Figura 1 se muestra las actividades involucradas en el proceso de subcontratación, en la cual existen actividades que no generan valor, actualmente el tiempo promedio que culmina para cerrar el proceso por cada pedido es de 25 a 30 días y el tiempo de entrega del producto estimado al cliente es de 15 días laborales establecidos por la gerencia de planta ya que la empresa que maquila el producto no trabaja fin de semanas.

**Figura 1**  
*Proceso de subcontratación*



Nota. Elaborada por: el autor.

Otras de las condiciones desfavorables es el costo por el transporte, que se debe pagar por enviar MP al proveedor independiente de la cantidad del pedido lo que hace incurrir en la contratación adicional de transporte con un costo promedio aproximado de \$125,70 por viaje considerando cargas entre 4,9 a 7 Ton con una distancia a la redonda de 10 Km por cada envío de MP, esto se realiza cuando el dpto. de producción confirma que la MP se encuentra lista para su despacho. En algunas ocasiones logística consolida los pedidos pequeños para su envío lo que hace que el tiempo se alargue, a continuación, en Tabla 1 se muestra el promedio de envío mensual por año.

**Tabla 1**

*Costo por transporte de MP en el año*

Año	2017	2018	2019	2020	2021
N° de veces por mes	15	14	12	18	13
Costo Unitario	\$125.70	\$125.70	\$125.70	\$125.70	\$125.70
Costo anual	\$22,626.00	\$21,117.60	\$18,100.80	\$27,151.20	\$19,609.20

*Nota.* Fuente: Dpto. de Logística

De igual manera la empresa debe pagar por retiro de sobrantes de bobinas que han sido utilizados para la fabricación de la bandejas de cubiertas o panel aislante de pared, esto debido al control de inventarios y registro en el sistema se tiene que regresar a la planta, este traslado incurre un costo aproximado de \$110,76 por viaje con una capacidad de carga considerada de 2 a 4,8 Ton con una distancia a la redonda de 10 Km, a continuación, en la Tabla 2 se muestra un cuadro de costo promedio mensual por año.

**Tabla 2**

*Costo por transporte de retazo de bobinas*

Año	2017	2018	2019	2020	2021
N° de veces por mes	5	6	5	9	8
Costo Unitario	\$109.09	\$109.09	\$109.09	\$109.09	\$109.09
Costo anual	\$6,545.40	\$7,854.48	\$6,545.40	\$11,781.72	\$10,472.64

*Nota.* Fuente: Dpto. de Logística

Otra de las condiciones desfavorables para la compañía es una mala coordinación entre el cliente y el asesor comercial, ya que se envía a producir el producto para tenerlo a tiempo y suele detener los despachos por atraso en la obra, es allí cuando el producto terminado se comienza a almacenar en los patios del

proveedor que solicita el retiro del material ya que ellos también almacenan sus productos para sus clientes, cuando está totalmente lleno se envía una plataforma a retirar todo el producto como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2**

*Traslado de PT desde el proveedor a planta*



*Nota.* Elaborada por: el autor.

Los paquetes de panel inyectado son almacenados en la planta hasta que el cliente lo disponga para la obra donde se tiene que volver a pagar otra plataforma para el despacho final, esto también ocurre cuando el producto está listo y el cliente no ha pagado, entonces el asesor comercial no libera la orden de despachar hasta que el cliente pague, el proveedor solicita el retiro del producto almacenado como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Costo por transporte de PT*

Año	2017	2018	2019	2020	2021
N° de veces por mes	2	2	2	3	4
Costo Unitario	\$535.85	\$535.85	\$535.85	\$535.85	\$535.85
Costo anual	\$12,860.40	\$12,860.40	\$12,860.40	\$19,290.60	\$25,720.80

*Nota.* Fuente: Dpto. de Logística

Costo de transporte por cambio de MP sucede por la mala manipulación en el despacho al proveedor ya sea cubierta o bobinas que suele llegar a su destino golpeadas o por rayones que por temas de calidad no se puede aceptar, y es donde se tiene que cambiar por otra MP, en la Figura 3 se puede mostrar uno de los daños

ocasionado por varias causas entre la cuales son la mala manipulación de la MP cuando se sube al transporte por personal de la planta, estos ocasionan golpes o rayaduras.

### Figura 3

*MP en mal estado*



*Nota.* Fuente: Dpto. de Calidad

A continuación, en la Tabla 4 se muestra los costos que implica transportar y reemplazar la MP por un producto nuevo y volverlo a transportar hacia el proveedor.

**Tabla 4**

*Costo por transporte de daño de la MP*

Año	2017	2018	2019	2020	2021
<b>N° de veces por mes</b>	1	2	1	3	3
<b>Costo Unitario</b>	\$74.19	\$74.19	\$74.19	\$74.19	\$74.19
<b>Costo anual</b>	\$890.28	\$1,780.56	\$890.28	\$2,670.84	\$2,670.84

*Nota.* Fuente: Dpto. de Logística

## 4.4 Demanda del producto

Para la demanda del panel aislante se toman los datos históricos de las importaciones de isocianato y polioliol de las empresas que producen panel aislante para la venta, estos datos han sido recolectados por parte del departamento comercial desde el 2017 hasta el 2021 donde se analizó la tendencia partiendo de la suma total por año como se muestra en la Tabla 5 se puede apreciar la tendencia del mercado que tiene a lo largo de los 5 años.

**Tabla 5***Importaciones de Polioli e Isocianato*

<b>Año</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Kubiec	1047825	1382376	1928080	1685694	1879215
Mafrico	457145	480521	696883	870538	903216
Quimipac	325689	538692	732321	825752	795634
Enviroplastic	87053	97423	124300	128659	142745
Tomas Verbik	82392	86734	99500	104765	110485
Quimico Suiza	89432	92376	119739	96726	104821
Rooftec	10387	15380	23780	30721	29362
<b>Total</b>	<b>2101940</b>	<b>2695520</b>	<b>3726622</b>	<b>3744875</b>	<b>3967499</b>

*Nota.* Fuente: Partidas arancelaria de ministerio de industrias

A partir de la suma totales por año de la Tabla 5 se puede determinar qué tipo de tendencia es la óptima para pronosticar hasta el 2027 basado en el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que se determina bajo la siguiente ecuación:

$$R^2 = 1 - \frac{\sigma_r^2}{\sigma^2} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Donde:

$R^2$  = coeficiente de determinación

$\sigma_r^2$  = Varianza residual

$\sigma^2$  = Varianza de la variable dependiente

$y_i$  = Valor de la variable dependiente

$\hat{y}_i$  = Valor aproximado por el modelo de regresión

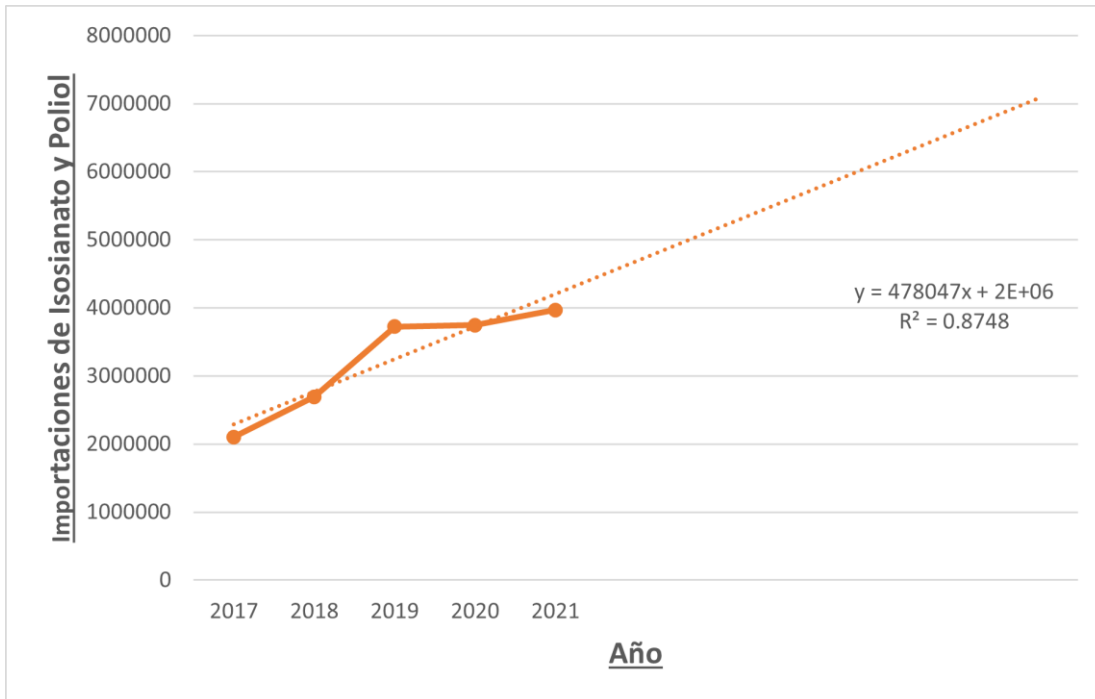
$\bar{y}$  = Medida de la variable dependiente de todas las observaciones

Una vez determinada la fórmula y puede ingresar los datos en el programa Excel donde se realizó graficas de tipo lineal, exponencial, logarítmica, polinómica y potencial con su respectiva extrapolación en el futuro como se muestran a continuación:

En la Figura 4 se muestra la tendencia lineal con un  $R^2$  de 0,8748

**Figura 4**

*Tendencia de las importaciones de isocianato y polioli*

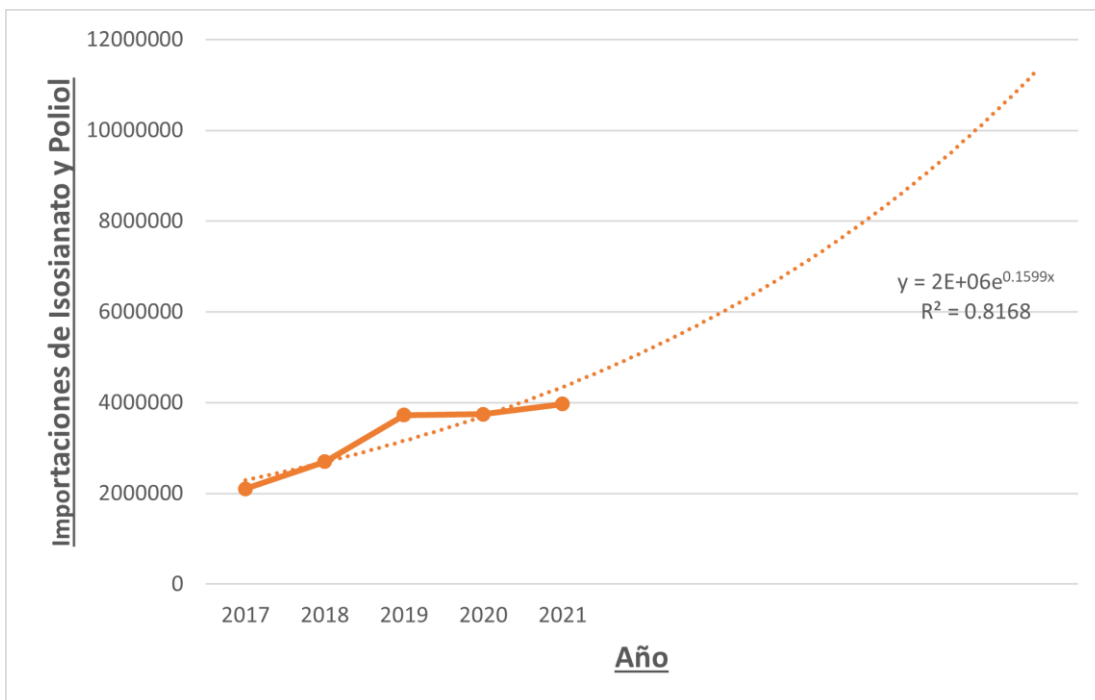


*Nota.* Elaborada por: el autor

En la Figura 5 se muestra la tendencia exponencial con un  $R^2$  de 0,8168

**Figura 5**

*Tendencia de las importaciones de isocianato y polioli*

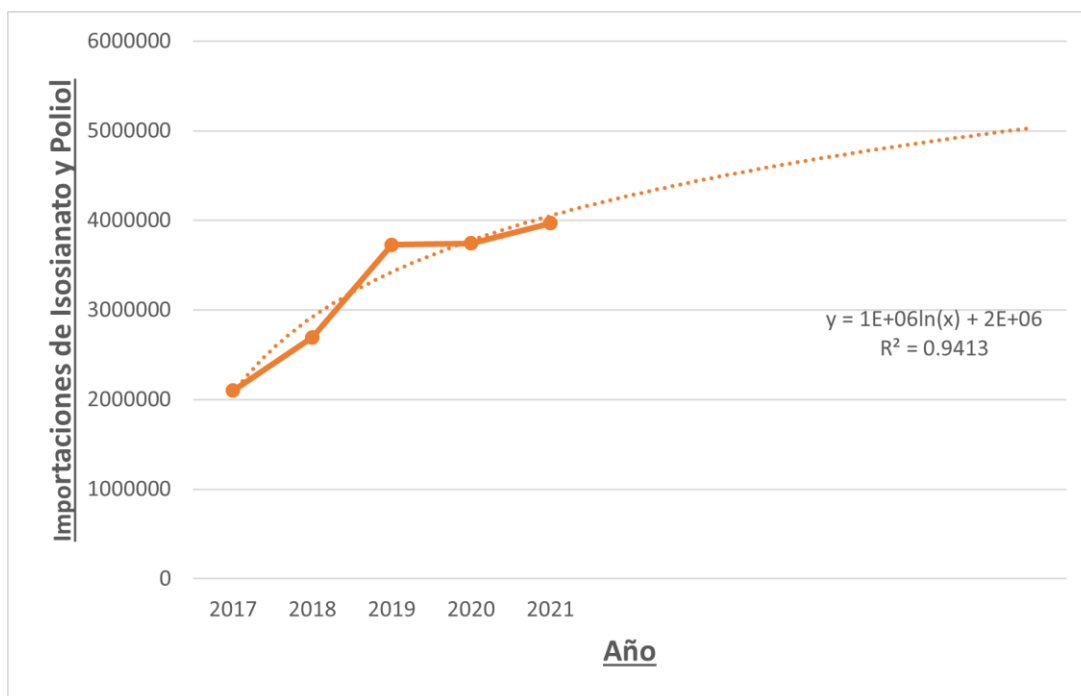


*Nota.* Elaborada por: el autor

En la Figura 6 se muestra la tendencia logarítmica con un  $R^2$  de 0,9413

**Figura 6**

*Tendencia de las importaciones de isocianato y polioli*

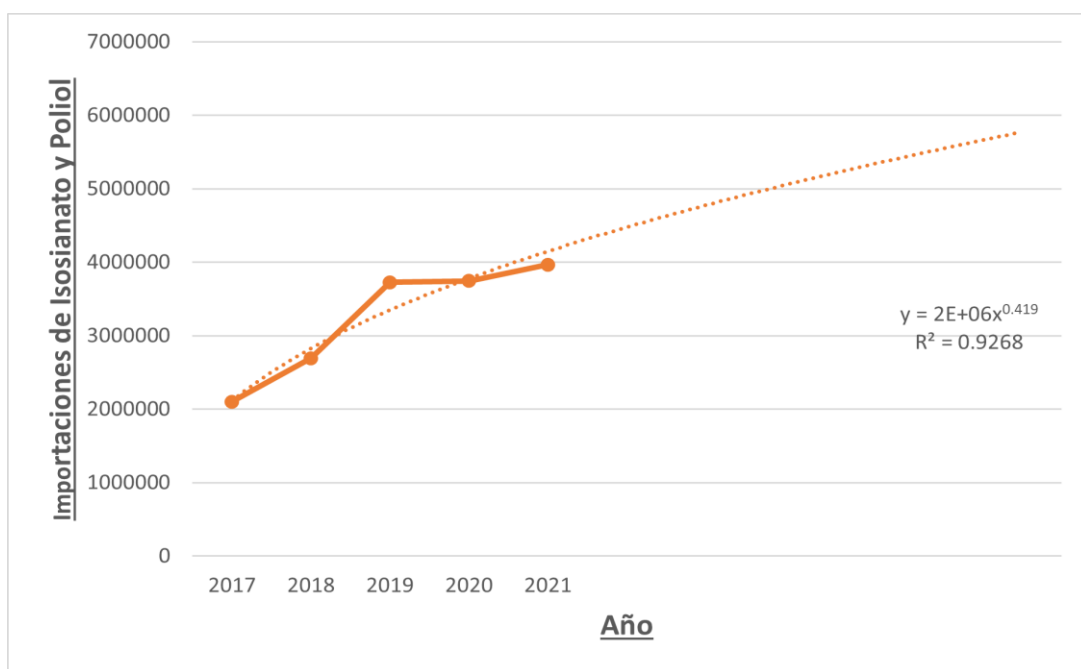


*Nota.* Elaborada por: el autor

En la Figura 7 se muestra la tendencia potencial con un  $R^2$  de 0,9268

**Figura 7**

*Tendencia de las importaciones de isocianato y polioli*



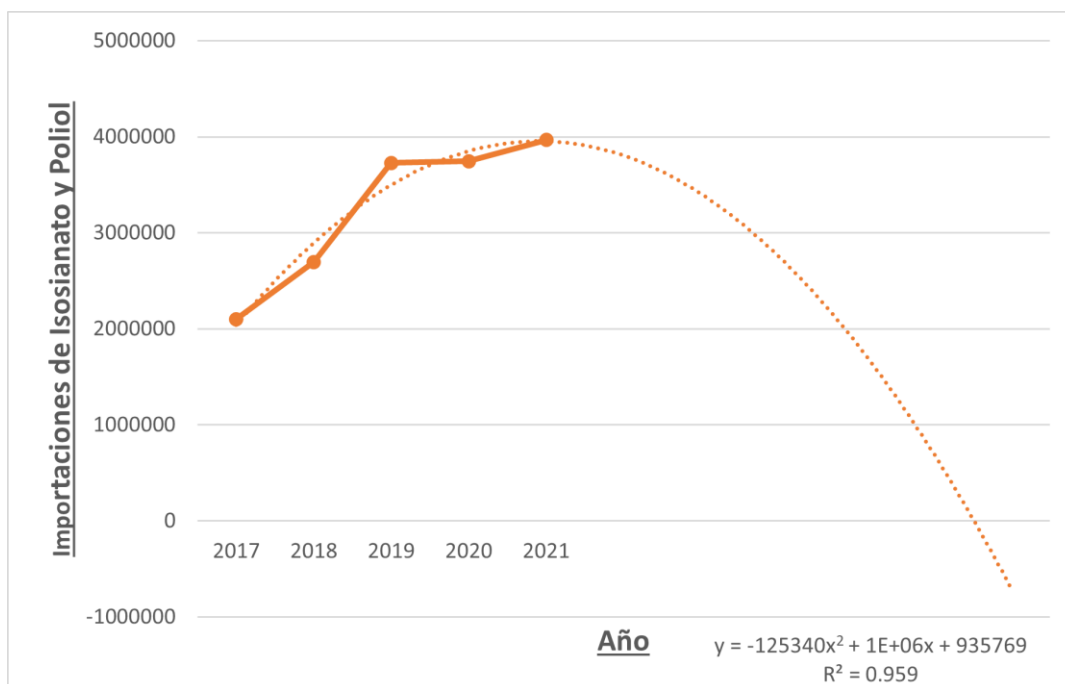
*Nota.* Elaborada por: el autor



En la Figura 8 se muestra la tendencia polinómica con un  $R^2$  de 0,959

**Figura 8**

*Tendencia de las importaciones de isocianato y polioli*



*Nota.* Elaborada por: el autor

De los 5 métodos aplicados para ver cuál su tendencia y su  $R^2$  para las importaciones de isocianato y polioli se tiene 2 que son la tendencia polinómica con un  $R^2$  0,959 y la tendencia logarítmica con un  $R^2$  de 0,9413, ambas se acercan a uno sin embargo el método logarítmico tiene una tendencia con relación a sus datos reales, por lo que es el método más idóneo para pronosticar las futuras importaciones de isocianato y polioli hasta el 2027, en la Tabla 6 se realiza en forma vertical las sumatoria total y los años en forma vertical.

**Tabla 6**

*Importaciones de isocianato y polioli*

Año	Importaciones
2017	2101940.00
2018	2695520.00
2019	3726622.00
2020	3744875.00
2021	3967499.00

*Nota.* Elaborada por: el autor

Para pronosticar desde el año 2022 hasta el 2027 se aplica la fórmula que se encuentra en la Figura 6 dada por el programa Excel para el respectivo calculo donde se tiene también el crecimiento por año en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Pronóstico de importaciones de isocianato y polioli*

Año	Importaciones	Crecimiento
2017	2101940.00	
2018	2695520.00	22%
2019	3726622.00	28%
2020	3744875.00	0.5%
2021	3967499.00	5.6%
2022	3791759.47	-4.6%
2023	3945910.15	3.9%
2024	4079441.54	3.3%
2025	4197224.58	2.8%
2026	4302585.09	2.4%
2027	4397895.27	2.2%

*Nota.* Elaborada por: el autor

Según la Tabla 7 de pronóstico se observa que en los primeros dos años en crecimiento del mercado fueron buenos, a partir del año 2020 hasta el 2021 ha tenido un crecimiento ligero por lo que se provee que del año 2022 en adelante el mercado tengo u crecimiento muy ligero hasta el 2027 en el mercado de poliuretano por lo que hay la posibilidad de que estas empresas mantienen a sus clientes, basado en estos datos se va a dimensionar la planta con el 3,3% adicional basado en la Tabla 7.

Como dato adicional en la Tabla 8 se hará una comparativa de cuanto la empresa le representa en ventas a Mafrico.

**Tabla 8**

*Resumen de la representación de producción para Mafrico*

Año	m2 - Ventas	Peso (kg/ m2)	Kg	Kg Mafrico	% de representación
2017	86940,49	1,33	65368,79	457145,00	14%
2018	102617,19	1,33	77155,78	480521,00	16%
2019	102117,65	1,33	76780,19	696883,00	11%
2020	134992,32	1,33	101497,98	870538,00	12%
2021	131514,79	1,33	98883,30	903216,00	11%
2022	160477,35	1,33	120659,66	857649,80	14%

*Nota.* Elaborada por: el autor

En Tabla 9 se tabula las ventas en m2 registradas en planta Quito, Guayaquil y oficinas Cuenca, desde el año 2017 hasta el año 2022 de acuerdo con la información del departamento comercial.

**Tabla 9**

*Ventas de panel aislante en m2*

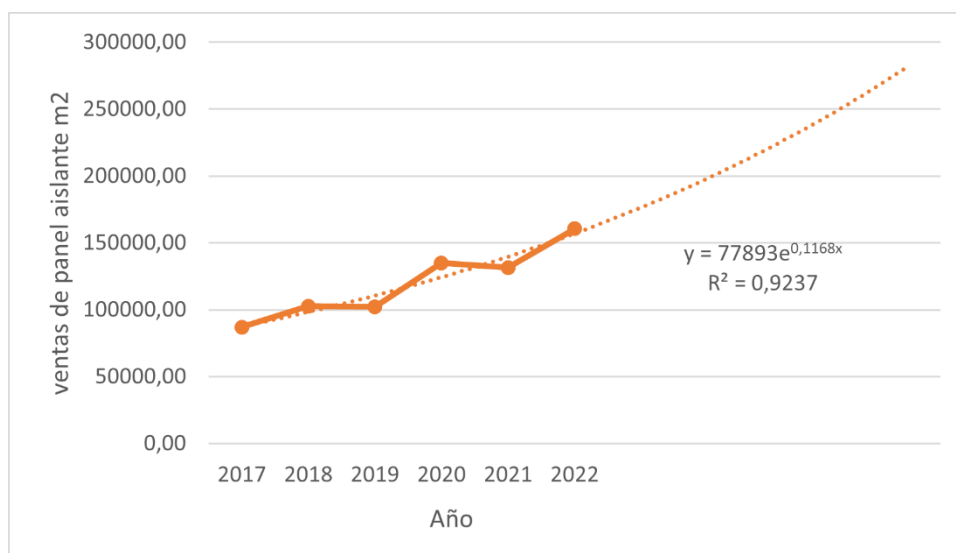
Año	ventas m2
2017	86940,49
2018	102617,19
2019	102117,65
2020	134992,32
2021	131514,79
2022	160477,35

*Nota.* Elaborada por: el autor

Para realizar el pronóstico de la demanda se aplica nuevamente Excel para ver cuál es su tendencia y su  $R^2$  que se acerque más a uno en la cual se tiene los siguientes resultados en la Figura 9

**Figura 9**

*Ventas de panel aislante en m2*



*Nota.* Elaborada por: el autor

Según la Figura 9 la tendencia exponencial tiene un  $R^2$  de 0,9237, es decir se acerca a 1 por lo que el modelo se ajusta a los datos reales que se tiene a los datos históricos por lo que se toma la fórmula que se muestra en la Figura 9 y se pronostica hasta el 2027 como se muestra en la Tabla 10

**Tabla 10**

*Ventas de panel aislante en m<sup>2</sup>*

<b>Año</b>	<b>ventas m<sup>2</sup></b>
2017	86940,49
2018	102617,19
2019	102117,65
2020	134992,32
2021	131514,79
2022	160477,35
<b>2023</b>	176432,10
<b>2024</b>	198291,09
<b>2025</b>	222858,29
<b>2026</b>	250469,23
<b>2027</b>	281501,03

*Nota.* Elaborada por: el autor.

Para el año 2024 se tiene un pronóstico de ventas de 198.291,09 m<sup>2</sup> más el 3,3% de variación dando un total del 204.834,69 m<sup>2</sup> con lo cual se realiza los cálculos para la dimensión de la planta.

## 4.5 Dimensión de la planta

Para este apartado se realizará una lista de máquinas y suministro que se necesita para la producción de panel aislante en la cual comprende de las siguientes máquinas:

- Prensa hidráulica para panel aislante
- Máquina inyectora de Isocianato y polioli
- Roll forming
- Montacarga
- Sistema de corte de panel aislante

### 4.5.1 Prensa hidráulica

Hay 2 tipos de máquina para producir panel aislante que son:

- Sistema de producción continuo. – este tipo de máquina suele producir hasta 500.000 m<sup>2</sup> al día dependiendo de los factores como espesor del poliuretano, longitud de la plancha

- Sistema de producción discontinuo. - que consiste en la producción de moldes cerrados con las dimensiones con que la máquina viene diseñada en su longitud final, por la forma de fabricación estas máquinas, estas máquinas suelen ser lentas por su diseño y hacer que seas para baja producción.

máquina se requiere datos como espesor del poliuretano, longitud y ancho

Para este caso en estudio, se requiere información útil del panel aislante que el proveedor solicita para la dimensión de la máquina en las cuales se tiene los siguientes datos:

- Longitud del panel máximo: 12000 mm
- Espesor mínimo de poliuretano: 25 mm
- Espesor máximo del poliuretano: 100 mm
- Ancho Útil de Panel: 1050 mm

Para calcular los m2 por cada mesa, en la Tabla 11 se muestran los tiempos dados por el fabricante.

**Tabla 11**

*Tiempo de producción de la máquina*

Tiempo	Und	Detalle
1	min	Intercambio de placa
0.6	min	Tiempo de apertura y cierre
15	min	Tiempo de Prensado

*Nota.* Fuente: IMM

A continuación, en la Tabla 12 muestra los m2 necesarios partiendo de los datos solicitados por el fabricante.

**Tabla 12**

*Dimensión del panel aislante*

Detalle	Und	Medidas
Espesor de Poliuretano	mm	25 - 100
Longitud máxima del panel aislante	mm	12000
Ancho útil del panel aislante	mm	1020

*Nota.* Elaborada por: el autor.

Ahora se calcula el área del panel aislante para determinar la producción por día con los datos de la longitud máxima y ancho útil de panel aislante

$$(12m \times 1,02m) = 12,24 \text{ m}^2$$

Para determinar cuántas mesas requiere la máquina se procederá a realizar el cálculo con los datos de la Tabla 24 con un tiempo total de 41,6 min por cada 12,24 m<sup>2</sup>, la empresa requiere empezar con jornadas de 12 hr por lo que se obtendrá los m<sup>2</sup> diarios haciendo una regla de tres como se muestra a continuación.

12,24 m <sup>2</sup>	41,6 min
¿X?	12 Hr

$$(12\text{hr} \times \frac{60\text{ min}}{1\text{ hr}} \times 12,24) / 41,6\text{ min} = 211,85\text{ m}^2$$

Es decir que en una bandeja de 12 m de longitud con un ancho útil de 1,02 m en un turno de 12 hr se puede producir 211,85 m<sup>2</sup>, por lo tanto, para determinar cuánto se puede producir en dos bandejas se realiza la siguiente operación matemática se obtiene:

$$211,85\text{ m}^2 \times 2 = 423,69\text{ m}^2/\text{día}$$

Es decir que en dos bandejas tiene 423,69 m<sup>2</sup> en un turno de 12 hr laborables, y para determinar cuánto se puede realizar cuatro bandejas se realiza la siguiente operación matemática.

$$211,85\text{ m}^2 \times 4 = 847,38\text{ m}^2/\text{día}$$

Es decir que en cuatro bandejas se puede producir 847,38 m<sup>2</sup> en un turno de 12 hr laborables, sin embargo, para determinar la producción mensual se toma en cuenta los 22 días laborables en el mes sabiendo cuanto se puede producir diariamente como se muestra en la siguiente operación matemática.

$$847,38\text{ m}^2 \times 22\text{ días} = 18.642,46\text{ m}^2/\text{mes}$$

Para determinar la producción anual toma en cuenta los 12 meses del año sabiendo cuanto se puede producir mensualmente como se muestra en la siguiente operación matemática.

$$18.642,46\text{ m}^2 \times 12 = 223.709,54\text{ m}^2/\text{anual}$$

Se procede a determinar el porcentaje de la capacidad de la prensa de inyectado en m<sup>2</sup> versus lo pronosticado de la demanda en la siguiente operación matemática.

223.709,54 m <sup>2</sup>	100%
204.834,69 m <sup>2</sup>	¿X?

$$\frac{204.834,69 \times 100\%}{223.709,54} = 92\%$$

El porcentaje del 8% restante se lo puede tomar para las paradas y mantenimiento de la máquina, el área se lo convierte en tiempo para ver cuanto representa al año en el siguiente calculo.

$$223.709,54 \text{ m}^2 \qquad 100\%$$

$$\text{¿X?} \qquad 8\%$$

$$8\% \times 223.709,54 \text{ m}^2 = 18.874,85 \text{ m}^2/\text{anual}$$

Para llevar los m<sup>2</sup> a la cantidad de días mensual se realiza el siguiente calculo

$$12,24 \text{ m}^2 \qquad 41,6 \text{ min}$$

$$18.767,74 \text{ m}^2 \qquad \text{¿X?}$$

$$\left( \frac{18.767,74 \text{ m}^2 \times 41,6 \text{ min}}{12,24 \text{ m}^2} \right) = 64.149,81 \frac{\text{min}}{\text{año}}$$

Para realizar la conversión por día se realizará el siguiente calculo.

$$64.149,81 \frac{\text{min}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ día}}{24 \text{ hr}} = 3,71 \frac{\text{día}}{\text{mes}}$$

Es decir que el 8% restante puede corresponder a posibles paradas por mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo mensual de la máquina.

Con los cálculos ya realizado se elige una prensa 2+2 que es para producción discontinua de baja producción como se muestra en la Figura 10 que quiere decir que mientras 2 están prensando, 2 están preparando, esta máquina tiene la capacidad de producir panel aislante de 12 m de longitud con un ancho útil de 1,02 m con un espesor del poliuretano que va desde los 25 mm hasta los 100 mm.

**Figura 10**

*Prensa hidráulica 2+2*



*Nota.* Fuente: Orma





$$250,63 \text{ seg} * \frac{\text{min}}{60 \text{ seg}} = 4,17 \text{ min}$$

Para saber el tiempo más rápido para inyectar los 40.000 gr se aplica la respectiva operación matemática con el flujo masico máximo que es de 771,4 gr/ seg

$$\begin{array}{r} 771,4 \text{ gr} \\ 40.000 \text{ gr} \\ (40.000 \text{ gr} \times 1 \text{ seg}) / 771,4 \text{ gr} = 51,85 \text{ seg} \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ seg} \\ \text{¿X?} \end{array}$$

Según los cálculos y las especificaciones del fabricante se requiere una máquina inyectora de poliuretano modelo RSSmart 40/40 como se muestra en la Figura 11.

**Figura 11**

*Maquina inyectora de isocianato y polioliol*



*Nota.* Fuente: kraussMaffei

### 4.5.3 Cortadora de panel aislante

Los únicos datos que necesita saber el proveedor son los siguientes:

- Ancho útil: 1,05 m
- Espesor del poliuretano: 100 mm
- Voltaje de trabajo: 110 – 220 v

Estas cortadoras como se muestra en la Figura 12 de panel aislante tienen la capacidad de realizar cortes restos y cortes a 45°, además esta cortadora optimiza la producción de panel aislante ya que se puede fabricar una plancha de 12 metros y luego cortar.

**Figura 12**

*Cortadora de panel aislante*



*Nota.* Fuente: Sima

#### 4.5.4 Roll forming

Para la dimensión del roll forming el fabricante necesita de los siguientes datos:

- Peso de Bobina máxima: 10 Ton
- Rango espesor de bobina: 0,3 – 0,65 mm
- Voltaje de trabajo: 440v
- Rango ancho de la bobina: 1000 – 1220 mm

En la Figura 13 se muestra una línea para la fabricación de las bandejas con una velocidad de 3 a 15 m/min siendo la más básica para lo cual recomienda

**Figura 13**

*Maquina roll forming*



*Nota.* Fuente: Zhengzhou keyone

### 4.5.5 Montacarga

Para la capacidad de montacarga se toma la plancha más largar, cada paquete se estima que pueda tener 14 und de plancha de 12 metros en la cual se realiza la siguiente operación matemática:

En un m2 de azulin prepintado de 0,40 mm hay 3,37 kg/m2 por lo tanto

$$\begin{array}{r} 3,37 \text{ kg} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ m}^2 \\ \times \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad 12,24 \text{ m}^2 \\ \hline (12,24 \text{ m}^2 \times 3,37 \text{ kg}) / 1 \text{ m}^2 = 41,25 \text{ kg} \end{array}$$

Como son planchas de van de ambos lados se multiplica por 2:

$$41,25 \text{ Kg} * 2 = 82,50 \text{ kg}$$

Entonces el peso total es de:

$$(82,50 + 40) \text{ kg} = 122,5 \text{ kg}$$

Cada paquete tiene 14 Und.

$$122,5 \text{ kg} * 14 = 1.715 \text{ kg}$$

Por lo tanto, se recomienda comprar un montacargas de dos Ton para la operación de la producción.

## 4.5 Elección de máquinas

Para la selección de la máquina se ha realizado un cuadro con ponderaciones sobre los principales puntos a considerar, la escala va de uno a cinco siendo uno el más bajo y cinco el más alto, los principales puntos a considerar es su procedencia, costo y si cumple con las características similares del cálculo para esto se ha cotizado con diferentes proveedores:

Para la prensa hidráulica se cotizo con la empresa Iturrospe y la empresa Industria maquiladora metalmecánica IMM (ver el anexo 1) donde en la Tabla 13 tenemos los siguientes resultados.

**Tabla 13**

*Puntuación de proveedor*

Detalle	Iturrospe	Puntaje	IMM	Puntaje
Procedencia	Argentina	4	Mexico	5
Característica	Cumple	5	Cumple	5
Costo	\$ 245.000,00	4	\$216.761,00	5

---

<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>15</b>
--------------	-----------	-----------

---

*Nota.* Elaborada por: el autor.

Para la maquina inyectora de poliuretano se cotizo con la empresa KraussMaffei ya que esta cuenta con la experiencia a nivel mundial en la fabricación de máquina de inyectoras de poliuretanos por tal razón se elije esta marca con su confiabilidad y experiencia, (ver anexo 2).

Para el sistema de corte se cotizó con la empresa Coeconst que es representante de la marca Sima, esta máquina es especialmente para cortar panel aislante ya que en mercado no se encontró este tipo de sierra parecidas o similares, (ver anexo 3).

Para el Roll forming se cotizó con la empresa Zhengzhou keyone Tech co.,LTD ya que la empresa cuenta con máquina de estas características para solo fabricación de cubierta por lo cual solo se cotizo a esta empresa, (ver anexo 4).

## 4.6 Distribución de planta para la línea de producción de Panel aislante

En este apartado se va a analizar que distribución de planta puede aplicar la línea de producción de panales aislante para proponer un diseño en baso a las máquinas seleccionadas por lo cual hay 3 diferentes tipos de distribución de planta que son:

- Distribución por proceso. – este tipo de proceso normalmente las maquinarias o línea de producción se agrupan cuando son semejantes o similares indistintamente de su tamaño o capacidad por lo tanto su producción no es secuencial, sino que su producción es por lote, normalmente este tipo de distribución se dan cuando la demanda es muy baja o suele suceder que la instalación en un lugar sea más cotosa que dejarla en otro lugar.
- Distribución por producto. – se la conoce también como distribución en línea o de flujo de producto que se centra en la organización del proceso de producción de un departamento, por lo tanto, todas las operaciones que se necesiten se organizan secuencialmente en una línea de producción lo que quiere decir que una máquina estará más cerca de la otra para poder obtener el producto terminado listo para su almacenamiento o despacho

- Distribución de posición fija. – generalmente este tipo de distribución de debe a que su material prima o producto tiene exceso de volumen y peso y es de baja rotación y su nombre se debe a que los recursos como trabajador, máquina, herramienta concurren a producto o la MP, este tipo de producción son las actividades son lentas, los movimientos son monótonos y muy poca flexibilidad en cuantos los tiempos de fabricación.

La distribución a la que aplica una implantación de una línea de producción de panel aislante es la distribución por producto ya que una maquina debe estar en secuencia de la otra para que pueda continuar con el proceso de producción.

## 4.7 Parámetros de calidad

Para asegurar la calidad de los paneles aislante se hará base a 2 normas que son:

- ASTM D1622-98 indica que la densidad del poliuretano es de 40 kg/m<sup>3</sup>
- Norma española que tiene como nombre asociación de la industria del poliuretano rígido (IPUR) que fue creada en octubre de 2003 y que tiene como objetivo de promover el uso de poliuretano, también indica parámetro que deben cumplir las cubiertas de panel sándwich de poliuretano.

En la Tabla 14 y 15 se muestran los parámetros que la empresa en estudio debe verificar para que los paneles aislantes cumplan con las expectativas del cliente y asegurando la calidad del producto.

**Tabla 14**

*Niveles para paneles sándwich de poliuretano con caras metálicas para uso residencial, industrial y sector terciario.*

PROPIEDADES	RANGO	TOLERANCIA
Densidad del aislamiento (Kg/m <sup>3</sup> )	40	± 2
Espesor del Aislamiento (mm)	30 - 120	≤100 mm ±2 mm >100 mm ±2%
Espesor de la cara metálica interna - externa (mm)	0,3 - 0,8	Norma Inen
Nombre genérico y grado del metal de las caras	DX (Acero para conformación en frío) S (Acero para construcción con límite elástico garantizado)	

Masa y tipo de recubrimiento metálico	Z100 – Z600 ZA095 – ZA300 AZ100 – AZ185
---------------------------------------	---

*Nota.* Elaborada por: el autor.

### Tabla 15

*Niveles recomendados para paneles sándwich de doble cara metálica para uso recintos frigoríficos*

PROPIEDADES	RANGO	TOLERANCIA
Densidad del aislamiento (Kg/m <sup>3</sup> )	40	± 2
Espesor del Aislamiento (mm)	60 - 220	≤100 mm ±2 mm >100 mm ±2%
Espesor de la cara metálica interna - externa (mm)	0,3 - 1	Norma Inen
Nombre genérico y grado del metal de las caras	DX (Acero para conformación en frío) S (Acero para construcción con límite elástico garantizado)	
Masa y tipo de recubrimiento metálico	Z100 – Z600 ZA095 – ZA300 AZ100 – AZ185	

*Nota.* Elaborada por: el autor.

## 4.8 Estudio de factibilidad

Haciendo base para el cumplimiento de tercer objetivo planteado de este trabajo de titulación se toma en cuenta la Tabla 10 donde se encuentra pronosticada por año los m<sup>2</sup> hasta el año 2027

Para el año 2024 se tiene un pronóstico de ventas de 198.291,09 m<sup>3</sup> más el 3,3% de variación dando un total del 204.834,69 m<sup>2</sup> con lo cual se realiza los cálculos para la factibilidad de la línea de producción de panel inyectado.

En la empresa el común denominador para llevar control de los procesos y costo se lo conoce en toneladas producidas, toneladas vendidas, tonelada programadas etc., para este caso el pronóstico del año 2024 se realiza una conversión de m<sup>2</sup> a toneladas para llevar en mismo lenguaje y partimos de allí.

Para sacar los Kg por m<sup>2</sup> de un panel aislante se debe tener en cuenta que se comercializa cubiertas y bandejas de 0,30 mm y 0,40 mm de la cual se obtiene un

promedio tomando el peso de la cubierta o bandeja superior como 0,35 y bandeja inferior como 0,40 mm, en Tabla 16 se detallan los pesos por espesor en 1 m<sup>2</sup>.

**Tabla 16**

*Peso por espesor de Bobina*

MP	Espesor mm	Ancho mm	kg/1000 mm
ALUZINC	0,30	1000	2,2
	0,30	1220	2,71
	0,35	1000	2,66
	0,35	1220	3,25
	0,40	1000	2,97
	0,40	1220	3,72
	0,23	880	1,59
PREPINTADO	0,40	1220	4,11
	0,40	1000	3,37

*Nota.* Elaborada por: el autor.

Para el peso del poliuretano en el mercado se comercializa panel inyectado en espesores de 30 a 40 mm comúnmente, para este caso en específico se toma un promedio entre los 2 espesores que será 35 mm, para el cálculo de los pesos en kg por m<sup>2</sup>, la norma ASTM D1622-98 indica que la densidad del poliuretano es de 40 kg/m<sup>3</sup> con una tolerancia ± 2 de la cual se obtiene los siguiente calculo sabiendo que:

- Ancho útil: 1020 mm
- Espesor promedio del poliuretano: 35 mm
- Longitud del panel aislante: 1000 mm

Con ellos se aplica una regla de tres simple sabiendo los valores C y D y a su vez conociendo un tercer que es X con la siguiente formula

C —————> D

X —————> Y

Entonces:

1m <sup>3</sup>	40 kg
0,035m <sup>3</sup>	Y?

$$0,0035 \times 40 = 1,40 \text{ kg}$$

Lo que indica que en un m<sup>2</sup> de poliuretano de espesor de 35 mm hay 1,40 kg.

En la siguiente Tabla 17 se hará un resumen de los resultados obtenidos de la bandeja en Aluzinc y cubierta para la parte superior como del poliuretano que componen el panel aislante.

**Tabla 17**

*Resumen de cálculos PT de Panel aislante*

Detalle	Und	Cantidad
En 1 m2 de poliuretano de 35 mm hay	Kg/m2	1.4
En 1 m2 de prepintado 0,40 mm hay	Kg/m2	3.37
En 1 m2 de aluzinc 0,30 mm hay	Kg/m2	2.22
1 m2 de producto	Kg/m2	6.99

*Nota.* Elaborada por: el autor.

Para dejarlo en tonelada se necesita saber cuántos m2 hay en 1 Tonelada (Tn) por lo que se realizara el siguiente calculo aplicando la regla de tres simple.

$$1\text{m}^2 \qquad \qquad \qquad 6,99 \text{ kg}$$

$$Y? \qquad \qquad \qquad 1000 \text{ kg}$$

$$(1000 \text{ kg} \times 1 \text{ m}^2) / 6,99 \text{ kg} = 143,06 \text{ m}^2/\text{Tn}$$

Sabiendo que 1 Tn tiene 1000 kg, esto quiere decir que en 1 Tn producto terminado de espesor de 35 mm hay 143,06 m2/Tn.

Para saber la participación por Kg en 1 Ton del panel aislante se realiza la siguiente operación matemática:

$$1,40 \text{ kg} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ m}^2$$

$$\text{Tn?} \qquad \qquad \qquad 143,06 \text{ m}^2$$

$$(143,06 \text{ m}^2 \times 1,40 \text{ kg}) / 1 \text{ m}^2 = 200,29 \text{ Kg}/\text{Tn}$$

Sabiendo que 1 Tn tiene 1000 kg, esto quiere decir que para el poliuretano de 35 mm hay 200,29 kg en 1 Tn de producto terminado.

De igual manera se hará para las planchas de prepintado 0,40 mm donde:

$$3,37 \text{ kg} \qquad \qquad \qquad 1 \text{ m}^2$$

$$\text{Tn?} \qquad \qquad \qquad 143,06 \text{ m}^2$$

$$(143,06 \text{ m}^2 \times 3,37 \text{ kg}) / 1 \text{ m}^2 = 482,12 \text{ Kg}/\text{Tn}$$

Sabiendo que 1 Tn tiene 1000 kg, esto quiere decir que para el prepintado 0,40 mm hay 482,12 kg en 1 Tn de producto terminado.

De igual manera se hará para las planchas para aluzinc 30 mm donde:

$$(143,06 \text{ m}^2 \times 2,22 \text{ kg}) / 1 \text{ m}^2 = 317,60 \text{ Kg}/\text{Tn}$$



Sabiendo que 1 Tn tiene 1000 kg, esto quiere decir que para aluzinc 30 mm hay hay 317,60 kg en 1 Tn de producto terminado

A continuación, en la Tabla 18 se muestra un cuadro de resumen con lo calculado en los pasos anteriores.

**Tabla 18**

*Resumen de kg por cada Tn*

Detalle	% Peso	Kg/Tn
En 1 m2 de poliuretano de 35 mm hay	20,0%	200,29
En 1 m2 de prepintado 0,40 mm hay	48,2%	482,12
En 1 m2 de aluzinc 0,30 mm hay	31,8%	317,60
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>1000,00</b>

*Nota.* Elaborada por: el autor.

En la Tabla 19 se muestra los costos por Tn de cada producto que integra en panel aislante, los costos por Tn del acero prepintado y del Aluzinc lo da el Dpto. de costo, para el poliuretano se realizó una media de los precios de las 2 marcas reconocidas de isocianato y polioli que es Huntman y Syntesia con los precios por Kg de cada componente, (ver el anexo 6).

Para el costo del isocianato de la empresa Huntman tiene un costo de \$5,50/Kg y del syntesia tiene un costo de \$3,15/Kg donde se realiza la siguiente operación matemática:

$$\$5,50 + \$3,15 = \$8,65$$

$$\$8,65/2 = \$4,33$$

$$\$4,33 * 1000\text{kg} = \$4.330,00/ \text{Tn}$$

De igual manera se realiza el cálculo de costo por tonelada para el isocianato de los mismos proveedores antemencionado donde:

$$\$6,80 + \$4,40 = \$11,20$$

$$\$11,20/2 = \$5,60$$

$$\$5,60 * 1000\text{kg} = \$5.600,00/ \text{Tn}$$

Para determinar el costo por tonelada total entre el isocianato y polioli se suman los 2 promedios y se toma el valor calculado para los cálculos posteriores:

$$\$4.330,00/\text{Tn} + \$5.600,00/\text{Tn} = \$9.930/\text{Tn}$$

**Tabla 19**

*Costos por Tn por Mp*

Detalle	Und		\$/Tn
Costo- \$/Tn (0,40) (Prepintado) Superior	Tn	\$	2.027,00
Costo- \$/Tn (0,30) (Aluzinc) Inferior	Tn	\$	1.750,00
Costo- \$/Tn(Poliuretano)	Tn	\$	9.930,00

*Nota.* Elaborada por: el autor

El siguiente paso es calcular los costos variables y los costos fijo que intervienen para la producción del panel aislante.

## 4.9 Costos fijos

son valores o gastos que la organización tiene que pagar indiferentemente de la producción o de las ventas que se hayan generado diario, semanal o mensual, a continuación, se menciona los costos fijos que se necesitan tomar en cuenta:

- Costo de energía mensual que consumirían las máquinas según las especificaciones técnicas del fabricante
- Depreciación mensual de las maquinas
- Mantenimiento mensual de las máquinas

El costo mensual del consumo eléctrico lo comercializa para la industrial la CNEL a \$1,41 (ver el anexo 7), de allí se calcula los costos por kw/hr de las siguientes máquinas según las especificaciones entregada por el fabricante, este cálculo se lo realiza en jornada de 12 hr de lunes a viernes.

Para la máquina inyectora:

Consumo Total: 45 Kw

Costo Kw/Hr: \$1,41

Tiempo de trabajo: 12 hr diarias

$$45\text{kw} * \$1,41 * 12\text{hr} * 22 \text{ días} = \$16.750,80 \frac{\text{Kw}}{\text{h}} / \text{mes}$$

Lo que quiere decir que en un mes de trabajo se debe pagar \$16.750,80  $\frac{\text{Kw}}{\text{h}}$  mes por el consumo eléctrico de la máquina inyectora.

Prensa de inyectado:

Consumo Total: 5,98 Kw

Costo Kw/Hr: \$1,41

Tiempo de trabajo: 12 hr diarias

$$5,98\text{kw} * \$1,41 * 12\text{hr} * 22 \text{ días} = \$2.226,00 \frac{\text{Kw}}{\text{h}} / \text{mes}$$

Lo que quiere decir que en un mes de trabajo se debe pagar  $\$2.226,00 \frac{Kw}{h}$  / mes por el consumo eléctrico por la prensa de inyectado.

Roll Forming:

Consumo Total: 30,95 Kw

Costo Kw/Hr: \$1,41

Tiempo de trabajo: 12 hr diarias

$$30,95 \text{ kw} * \$1,41 * 12 \text{ hr} * 22 \text{ días} = \$11.520,83 \frac{Kw}{h} / \text{mes}$$

Lo que quiere decir que en un mes de trabajo se debe pagar  $11.520,83 \frac{Kw}{h}$  / mes por el consumo eléctrico del roll forming.

Costo por iluminación:

Se considera Instalar 50 luminarias en el área de 1536 m<sup>2</sup>, cada luminaria tiene un consumo de 0,2kw según ficha técnica, por cuestiones de seguridad las luminarias deben permanecer prendidas iluminando el área toda la noche por lo que se considera 12 hr de están encendió diariamente.

$$0,2 \text{ kw} * 50 = 10 \text{ kw}$$

Consumo Total: 10 Kw

Costo Kw/Hr: \$1,41

Tiempo de trabajo: 12 hr diarias

$$10 \text{ kw} * \$1,41 * 12 \text{ hr} * 22 \text{ días} = \$3.722,40 \frac{Kw}{h} / \text{mes}$$

Lo que quiere decir que en un mes de trabajo se debe pagar  $\$3.722,40 \frac{Kw}{h}$  / mes por el consumo eléctrico de las luminarias encendidas en la noche.

Montacarga eléctrico:

Consumo Total: 0,7 Kw

Costo Kw/Hr: \$1,41

Tiempo de trabajo: 8 hr diarias

$$0,7 \text{ kw} * \$1,41 * 8 \text{ hr} * 22 \text{ días} = \$173,71 \frac{Kw}{h} / \text{mes}$$

Lo que quiere decir que en un mes de trabajo se debe pagar  $\$173,71 \frac{Kw}{h}$  / mes por el consumo eléctrico del montacarga eléctrico.

Sistema de corte de panel Inyectado:

Se estima que la máquina puede laborar 6 hr diaria para ya que no es constante los cortes del panel aislante, esto va a depender de la longitud a producir

Consumo Total: 2,2 Kw

Costo Kw/Hr: \$1,41

Tiempo de trabajo: 6 hr diarias

$$2,2 \text{ kw} * \$1,41 * 6 \text{ hr} * 22 \text{ días} = \$409,46 \frac{\text{Kw}}{\text{h}} / \text{mes}$$

Lo que quiere decir que en un mes de trabajo se debe pagar  $\$409,46 \frac{\text{Kw}}{\text{h}}$  / mes por el consumo eléctrico del sistema de corte de panel inyectado.

Para los costos totales mensual de consumo de energía eléctrica se suma todos los costos calculados de las maquinas que se utilizarán en la producción de panel aislante en la siguiente operación matemática:

Costo Totales = costo energía máquina inyectora de poliuretano + Prensa de inyectado + Roll Forming + Costo de iluminación + Montacarga eléctrico + sistema de corte de panel inyectado.

$$\text{Costo Totales mensual} = \$16.750,80 + \$2.226,00 + \$11.520,83 + \$3.722,40 + \$173,71 + 409,46$$

$$\text{Costo Totales mensual} = \$34.803,20$$

Para determinar el costo por Tn por consumo de energía eléctrica mensual se realiza la siguiente operación matemática.

$$\text{Costo por Tn} = \text{Costo Totales mensual} / \text{Tn mensual}$$

$$\text{Costo por Tn} = \$34.803,20 / 119,32 \frac{\text{Tn}}{\text{mes}}$$

$$\text{Costo por Tn} = \$291,69 \frac{\$}{\text{Tn}}$$

Para la depreciación de la máquina se tomarán todos los que se necesitaría para la instalación de una línea de producción de panel aislante como son:

- Máquina de prensa hidráulica
- Máquina inyectora de poliuretano
- Roll forming
- Montacarga eléctrico
- Estructura metálica

Para realizar el cálculo se va a tomar el método de depreciación en línea recta que consiste en dividir el costo total por el tiempo de vida útil de bien tangible.

- Máquina Inyectora

Costo del equipo: \$111.599,79

Depreciación anual = (Costo del equipo / Año de vida útil)

Depreciación anual = (\$111.599,79 / 10)

Depreciación anual = \$11.159,97

Depreciación mensual = \$11.159,97/12

Depreciación mensual = \$930,00

Lo que quiere decir que la máquina inyectora de poliuretano tiene una depreciación mensual de \$930,00 en 10 años de vida útil.

- Prensa de Inyectado

Año de vida Útil: 10 años

Costo del equipo: \$319.411,84

Depreciación anual = (Costo del equipo / Año de vida útil)

Depreciación anual = (\$319.411,84/10)

Depreciación anual = \$31.941,18

Depreciación mensual = \$31.941,18/12

Depreciación mensual = \$2661,77

Lo que quiere decir que la prensa de inyectado de panel aislante tiene una depreciación mensual de \$2661,77 en 10 años de vida útil.

- Roll Forming

Año de vida Útil: 10 años

Costo del equipo: \$225.057,17

Depreciación anual = (Costo del equipo / Año de vida útil)

Depreciación anual = (\$225.057,17 / 10)

Depreciación anual = \$22.505,72

Depreciación mensual = \$22.505,72 / 12

Depreciación mensual = \$1.875,48

Lo que quiere decir que el roll forming tiene una depreciación mensual de \$1875,48 en 10 años de vida útil.

- Montacarga eléctrico

Año de vida Útil: 10 años

Costo del equipo: \$12.600,00

Depreciación anual = (Costo del equipo / Año de vida útil)

Depreciación anual = (\$12.600,00 / 10)

Depreciación anual = \$1.260,00

Depreciación mensual = \$1.260,00 / 12

Depreciación mensual = \$105,00

Lo que quiere decir que el montacarga eléctrico tiene una depreciación mensual de \$105,00 en 10 años de vida útil.

- Sistema de corte de panel inyectado

Año de vida Útil: 10 años

Costo del equipo: \$3.573,59

Depreciación anual = (Costo del equipo / Año de vida útil)

Depreciación anual = (\$3.573,59 / 10)

Depreciación anual = \$357,36

Depreciación mensual = \$357,36 / 12

Depreciación mensual = \$29,78

Lo que quiere decir que el sistema de corte de panel inyectado tiene una depreciación mensual de \$29,79 en 10 años de vida útil.

- Estructura metálica

Año de vida Útil: 20 años

Costo del equipo: \$326.898,39

Depreciación anual = (Costo del equipo / Año de vida útil)

Depreciación anual = (\$326.898,39 / 20)

Depreciación anual = \$16.344,92

Depreciación mensual = \$16.344,92 / 12

Depreciación mensual = \$1362,08

Lo que quiere decir que la estructura metálica tiene una depreciación mensual de \$1362,08 en 20 años de vida útil.

Para saber el costo Total de por la depreciación de los equipos y la estructura se suma todos los costos calculados en la siguiente operación matemática:

Costo Totales mensual = Depreciación máquina inyectora de poliuretano + depreciación Prensa de inyectado + depreciación Roll Forming + Depreciación Montacarga eléctrico + Sistema de corte de panel Inyectado + Estructura metálica.

Costo Totales mensual = \$930,00 + \$2.661,77 + \$1.875,48 + 105,00 + 29,78 + \$  
1.362,08

Costo Totales mensual = \$6.964,10

Para sacar el costo por Tn producida se toma en cuenta el costo total mensual de la depreciación y las Tn mensuales pronosticada de fabricación.

Costo por Tn = Costo Totales mensual / Tn mensual

Costo por Tn = \$6.964,10 / 119,32  $\frac{Tn}{mes}$

Costo por Tn = \$58,37  $\frac{\$}{Tn}$

Para el costo del mantenimiento mensual de los equipos, se cotizo a 1 contratista (ver el anexo 5) que analizaron las especificaciones técnicas de las máquinas y puedan ofertar en la cual se realizó un promedio para los costos que se muestran a continuación.

El costo total mensual por el mantenimiento de los equipos se realiza la suma en la siguiente operación matemática:

Costo Totales mensual = máquina inyectora de poliuretano + Prensa de inyectado + Roll Forming + Montacarga eléctrico + Sistema de corte de panel Inyectado + Estructura metálica.

Costo Totales mensual = \$1.480,00 + \$2.108,50 + \$1.856,89 + \$1.200,00 + \$580,21.

Costo Totales mensual = \$7.225,60

Para sacar el costo por Tn producida se toma en cuenta el costo total mensual del consumo eléctrico y las Tn mensuales de fabricación

Costo por Tn = Costo Totales mensual / Tn mensual

Costo por Tn = \$7.225,60 / 119,32  $\frac{Tn}{mes}$

Costo por Tn = \$60,56  $\frac{\$}{Tn}$

## 4.10 Costos variables

son aquellos que varían dependiendo de la producción de una empresa, esto quiere decir que entre más produzca la compañía, mayor será el costo variable.

Los costos variables que consideramos son los siguientes:

- Costo de la materia prima

- Mano de obra directa
- Mano de Obra indirecta

Para los costos de la materia prima se tiene para el año 2024 un pronóstico de 204.834,69 m<sup>2</sup>, esto se lo debe transformar a toneladas y hacer la operación matemática para ver cuánto cuesta mensualmente.

$$204.843,69 \frac{m^2}{año} / 143,06 \frac{m^2}{Tn} = 1431,79 \frac{Tn}{año}$$

$$1431,79 \frac{Tn}{año} / 12 = 119,32 \frac{Tn}{mes}$$

Para saber cuántas Tn de poliuretano se necesita mensualmente se tiene la Tabla 17 el porcentaje de participación por Tn de cada producto por lo que haremos la siguiente operación matemática.

$$119,32 \frac{Tn}{mes} * 20\% = 23,90 \frac{Tn}{mes}$$

Esto quiere decir que para producir mensualmente 119,32 Tn/mes se necesita 23,90 Ton de Poliuretano y con esto se multiplica por el costo por Tn de poliuretano en la cual da el siguiente valor:

$$23,90 \frac{Tn}{mes} * \$9.930,00 = \$237.300,99$$

Esto quiere decir que el costo mensual en Mp de poliuretano es de \$237.300,99.

De igual manera se calcula las Tn mensuales del Aluzinc y Prepintado superior tomando los valores de la Tabla 17 y multiplicar el costo de la Tabla 22 de la cuales se tiene:

Para Aluzinc e= 0,30 mm

$$119,32 \frac{Tn}{mes} * 31,8\% = 37,89 \frac{Tn}{mes}$$

Esto quiere decir que para producir mensualmente 119,32 Tn/mes de producto terminado se necesita 37,89 Ton de Aluzinc 0,30 mm y con esto se multiplica por el costo por Tn en la cual da el siguiente valor:

$$37,89 \frac{Tn}{mes} * \$1750 = \$66.315,23$$

Esto quiere decir que el costo mensual en Mp de Aluzinc 0,30 mm es de \$66.315,23

Para Prepintado e= 0,40 mm

$$119,32 \frac{Tn}{mes} * 48,2\% = 57,52 \frac{Tn}{mes}$$



Esto quiere decir que para producir mensualmente 119,32 Tn/mes de producto terminado se necesita 57,52 Ton de Prepintado 0,40 mm y con esto se multiplica por el costo por Tn en la cual da el siguiente valor:

$$57,52 \frac{Tn}{mes} * \$2.027,00 = \$116.601,98$$

Esto quiere decir que el costo mensual en Mp de Prepintado 0,40 mm es de \$116.601,98

Para casar los costos totales de la MP mensual se debe sumar el costo de las Mp que se necesita para producir panel aislante.

Costo Totales = Costo mensual de poliuretano + Costo mensual de Aluzinc + Costo mensual de Prepintado

$$\text{Costo Totales mensual} = \$237.300,99 + \$66.315,23 + \$116.601,98$$

$$\text{Costo Totales mensual} = \$420.218,20$$

Para sacar el costo por Tn producida se toma en cuenta el costo total mensual de Mp y las Tn mensuales de fabricación

$$\text{Costo por Tn} = \text{Costo Totales mensual} / \text{Tn mensual}$$

$$\text{Costo por Tn} = \$420.218,20 / 119,32 \frac{Tn}{mes}$$

$$\text{Costo por Tn} = \$3.521,89 \frac{\$}{Tn}$$

En este apartado también de debe calcular el Scrap que en la empresa en estudio tiene como porcentaje un 4% de desperdicio en lo cual se lo suma a los costos mensuales de la Mp en la siguiente operación matemática:

$$\text{Scrap} = \$3.521,89 \frac{\$}{Tn} * 4\% = \$140,88$$

Para la mano de obra directa (MOD) se consideran a dos operador y ocho ayudantes, es decir un operador y cuatro ayudantes para la línea de producción de paneles inyectado de la cuales se considera turnos de 12 hr de lunes a viernes y se tienen los siguientes datos

Sueldo mensual de Operador: \$550,00

Hr de trabajo mensual: 240 hr

Además, se consideran los beneficios que la empresa en estudio le das a sus colaboradores, en la siguiente operación matemática se calcula cuanto sería el costo de la MOD:

Horas extras:

Como se está considerando 12 hr de trabajo, cuatro horas se consideran de sobre tiempo al 50% según el código de trabajo en su art. 55 remuneración por horas suplementarias y extraordinarias.

$$4\text{hr diarias} * 30 = 120 \text{ hr/ mes}$$

Como se sabe que el sueldo del operador es de \$550,00 al mes, se procede a dividir para 240 hr/mes para calcular el costo por hora

$$\$550/240 = \$2,29$$

Luego el costo por hora se le calcula el 50% para saber cuánto corresponde por sobre tiempo al día

$$\text{Hr extras} = \$2,29 + (2,29 * 50\%)$$

$$\text{Hr extras} = \$3,44$$

Para saber cuánto corresponde mensualmente por pago de horas extras se multiplica las horas mensuales por las horas correspondiente al 50%

$$\$3,44 * 120 = \$412,50$$

Aporte patronal: 11,15%

$$\$550,00 * 11,15\% = \$61,33$$

Seguro Privado: \$16,28

Prima segura de vida: \$12,50

Vacaciones:

Se divide el sueldo mensual para 12 para ver cuanto serian por mes y luego lo dividimos para 2 ya que el mes tiene 30 días y la mitad seria 15 días que establece la ley para cuando cumpla el año de trabajo.

$$\$550,00 / 12 = \$45,83$$

$$\$45,83 / 2 = \$22,92$$

El costo por mensual por un trabajador por vacaciones asumiendo que tiene un año de trabajo es de \$22,92

Décimo tercer sueldo:

Es la doceava parte del sueldo acumulado en el año dividido para los 12 meses del año que un trabajador puede percibir

$$\$550,00 / 12 = \$45,83$$

Décimo cuarto sueldo:

Es la doceava parte del sueldo básico establecido por el gobierno

$$\$450,00 / 12 = \$37,50$$

Alimentación:

El costo por alimentación diario es de \$3,25

$$\$3,25 * 30 = \$ 97,50$$

Expreso:

El costo por el expreso diario de un trabajador es de \$4,25

$$\$4,25 * 30 = \$127,50$$

Para saber cuál es el costo total mensual por un operador se debe realizar la suma de todo lo calculado anteriormente:

Costo Total mensual de 2 operadores = Sueldo + IESS patronal + seguro privado + seguro de vida + vacaciones + décimo tercer sueldo + décimo cuarto sueldo + alimentación + transporte.

$$\text{Costo Totales mensual} = \$550,00 + \$61,33 + \$16,28 + \$12,50 + \$22,92 + \$45,83 + \$37,50 + 97,50 + 127,50$$

$$\text{Costo Total mensual de 2 operadores} = \$971,36 + \$412,50 = \$1.383,86$$

$$\text{Costo Total mensual de 2 operadores: } \$1.383,86 * 2 = \$ 2.767,72$$

Sueldo mensual del ayudante: \$485,00

Hr de trabajo mensual: 240 hr

De igual manera se calculan los beneficios que también tiene el operador para saber cuál sería el costo total mensual:

Horas extras:

$$4\text{hr diarias} * 30 = 120 \text{ hr/ mes}$$

Como se sabe que el sueldo del operador es de \$485,00 al mes, se procede a dividir para 240 hr/mes para calcular el costo por hora

$$\$485,00/240 = \$2,02$$

Luego el costo por hora se le calcula el 50% para saber cuánto corresponde por sobre tiempo al día

$$\text{Hr extras} = \$2,02 + (2,02 * 50\%)$$

$$\text{Hr extras} = \$3,03$$

Para saber cuánto corresponde mensualmente por pago de horas extras se multiplica las horas mensuales por las horas correspondiente al 50%

$$\$3,03 * 120 = \$363,75$$

Aporte patronal: 11,15%

$$\$480,00 * 11,15\% = \$54,08$$

Seguro Privado: \$16,28

Prima segura de vida: \$12,50

Vacaciones:

Se divide el sueldo mensual para 12 para ver cuanto serian por mes y luego lo dividimos para dos ya que el mes tiene 30 días y la mitad seria 15 días que establece la ley para cuando cumpla el año de trabajo.

$$\$485,00 / 12 = \$40,42$$

$$\$40,00 / 2 = \$20,21$$

El costo por mensual por un trabajador por vacaciones asumiendo que tiene un año de trabajo es de \$20,21

Décimo tercer sueldo:

Es la doceava parte del sueldo acumulado en el año dividido para los 12 meses del año que un trabajador puede percibir

$$\$485,00 / 12 = \$40,42$$

Décimo cuarto sueldo:

Es la doceava parte del sueldo básico establecido por el gobierno

$$\$450,00 / 12 = \$37,50$$

Alimentación:

El costo por alimentación diario es de \$3,25

$$\$3,25 * 30 = \$ 97,50$$

Expreso:

El costo por el expreso diario de un trabajador es de \$4,25

$$\$4,25 * 30 = \$127,50$$

Para saber cuál es el costo total mensual por un ayudante se debe realizar la suma de todo lo calculado anteriormente:

Costo Total por un ayudante = Sueldo + IESS patronal + seguro privado + seguro de vida + vacaciones + décimo tercer sueldo + décimo cuarto sueldo + alimentación + transporte

Costo Total por un ayudante = \$485,00 + \$54,08 + \$16,28 + \$12,50 + \$20,21 + \$40,42 + \$37,50 + 97,50 + 127,50

Costo Total por un ayudante = \$890,98 + \$363,75 = \$1.254,73

Costo Total por 8 ayudante: \$1.254,73\*8 = \$10.037,84

Para saber el costo total mensual por la MOD se realiza la sumatoria total de costo total por 2 operadores más la sumatoria total por 8 ayudantes

Costo total mensual: \$2.767,72 + \$10.037,84

Costo total mensual: \$12.805,58

Para saber el costo por Tn de la MOD se realiza la siguiente operación matemática

Costo por Tn = Costo Totales mensual / Tn mensual

Costo por Tn = \$12.805,58 / 119,32  $\frac{Tn}{mes}$

Costo por Tn = \$107,32  $\frac{\$}{Tn}$

Además, aparte de los operadores y ayudante se requiere también un supervisor y un asistente de producción para que pueda coordinar y dar prioridad a los pedidos que ingresan al sistema, para la mano de obra indirecta (MOI) se realizar el mismo calculo para saber cuánto sería el costo total:

Sueldo mensual de un supervisor: \$800,00

Hr de trabajo mensual: 240 hr

De igual manera se calculan los beneficios que también tiene el operador para saber cuál sería el costo total mensual:

Horas extras:

4hr diarias \* 30 = 120 hr/ mes

Como se sabe que el sueldo del operador es de \$800,00 al mes, se procede a dividir para 240 hr/mes para calcular el costo por hora

\$485,00/240 = \$2,02

Luego el costo por hora se le calcula el 50% para saber cuánto corresponde por sobre tiempo al día

Hr extras = \$3,33+(3,33\*50%)

Hr extras = \$5,00

Para saber cuánto corresponde mensualmente por pago de horas extras se multiplica las horas mensuales por las horas correspondiente al 50%

$$\$5,00 * 120 = \$600,00$$

Aporte patronal: 11,15%

$$\$480,00 * 11,15\% = \$89,20$$

Seguro Privado: \$21,33

Prima segura de vida: \$18,75

Vacaciones:

Se divide el sueldo mensual para 12 para ver cuanto serian por mes y luego lo dividimos para 2 ya que el mes tiene 30 días y la mitad seria 15 días que establece la ley para cuando cumpla el año de trabajo.

$$\$800,00 / 12 = \$66,67$$

$$\$40,00 / 2 = \$33,33$$

El costo por mensual por un trabajador por vacaciones asumiendo que tiene un año de trabajo es de \$33,33

Décimo tercer sueldo:

Es la doceava parte del sueldo acumulado en el año dividido para los 12 meses del año que un trabajador puede percibir

$$\$800,00 / 12 = \$66,67$$

Décimo cuarto sueldo:

Es la doceava parte del sueldo básico establecido por el gobierno

$$\$450,00 / 12 = \$37,50$$

Alimentación:

El costo por alimentación diario es de \$3,25

$$\$3,25 * 30 = \$97,50$$

Expreso:

El costo por el expreso diario de un trabajador es de \$4,25

$$\$4,25 * 30 = \$127,50$$

Para saber cuál es el costo total mensual por un supervisor se debe realizar la suma de todo lo calculado anteriormente:

Costo mensual de un supervisor = Sueldo + IESS patronal + seguro privado + seguro de vida + vacaciones + décimo tercer sueldo + décimo cuarto sueldo + alimentación + transporte

Costo mensual de un supervisor = \$800,00 + \$89,20 + \$21,33 + \$18,75 + \$33,33 + \$66,67 + \$37,50 + 97,50 + 127,50

Costo mensual de un supervisor = \$1.291,78 + 600

Costo mensual de un supervisor = \$1.891,78

Sueldo mensual de un asistente de producción: \$650,00

Hr de trabajo mensual: 240 hr

De igual manera se calculan los beneficios que también tiene el asistente de producción para saber cuál sería el costo total mensual:

Horas extras:

4hr diarias \* 30 = 120 hr/ mes

Como se sabe que el sueldo del operador es de \$650,00 al mes, se procede a dividir para 240 hr/mes para calcular el costo por hora

$\$650,00/240 = \$2,71$

Luego el costo por hora se le calcula el 50% para saber cuánto corresponde por sobre tiempo al día

Hr extras =  $\$2,71+(2,71*50\%)$

Hr extras = \$4,06

Para saber cuánto corresponde mensualmente por pago de horas extras se multiplica las horas mensuales por las horas correspondiente al 50%

$\$4,06*120 = \$487,00$

Aporte patronal: 11,15%

$\$650,00*11,15\%=\$72,48$

Seguro Privado: \$21,33

Prima segura de vida: \$18,75

Vacaciones:

Se divide el sueldo mensual para 12 para ver cuanto serian por mes y luego lo dividimos para 2 ya que el mes tiene 30 días y la mitad seria 15 días que establece la ley para cuando cumpla el año de trabajo.

$\$650,00 / 12 = \$54,17$

$$\$54,17 / 2 = \$27,08$$

El costo por mensual por un trabajador por vacaciones asumiendo que tiene un año de trabajo es de \$27,08

Décimo tercer sueldo:

Es la doceava parte del sueldo acumulado en el año dividido para los 12 meses del año que un trabajador puede percibir

$$\$800,00 / 12 = \$54,17$$

Décimo cuarto sueldo:

Es la doceava parte del sueldo básico establecido por el gobierno

$$\$450,00 / 12 = \$37,50$$

Alimentación:

El costo por alimentación diario es de \$3,25

$$\$3,25 * 30 = \$ 97,50$$

Expreso:

El costo por el expreso diario de un trabajador es de \$4,25

$$\$4,25 * 30 = \$127,50$$

Para saber cuál es el costo total mensual por un supervisor se debe realizar la suma de todo lo calculado anteriormente:

Costo mensual de un supervisor = Sueldo + IESS patronal + seguro privado + seguro de vida + vacaciones + décimo tercer sueldo + décimo cuarto sueldo + alimentación + transporte

$$\text{Costo Total por un asistente de producción} = \$650,00 + \$72,48 + \$21,33 + \$18,75 + \$27,08 + \$54,17 + \$37,50 + 97,50 + 127,50$$

$$\text{Costo Total por un asistente de producción} = \$1.106,31$$

$$\text{Costo Total por un asistente de producción} = \$1.106,31 + 487,50$$

$$\text{Costo Total por un asistente de producción} = \$1.593,81$$

Para saber el costo total mensual por la MOI se realiza la sumatoria total de costo total de un supervisor más la sumatorio total por 1 asistente de producción

$$\text{Costo total mensual: } \$1.891,78 + \$1.593,81$$

$$\text{Costo total mensual: } \$3.485,59$$

Para saber el costo por Tn de la MOD se realiza la siguiente operación matemática



Costo por Tn = Costo Totales mensual / Tn mensual

$$\text{Costo por Tn} = \$3.485,59 / 119,32 \frac{Tn}{mes}$$

$$\text{Costo por Tn} = \$29,21 \frac{\$}{Tn}$$

## 4.11 Margen de contribución

Se define como el valor que debe cubrir los costos fijos totales de una compañía y sale de la diferencia entre el precio de venta y los costos variables, para eso se necesita de los siguientes datos:

- Precio de venta (Pv)
- Costo variable (Cv)

Para el precio de venta se calcula de los costos de producción por Tn totales, se considera el valor de la Tabla 30 y se suma por el 25% que es el margen de ganancia (Mg) establecido por la empresa, datos que fueron validados por el departamento de costo, con estos se hace la siguiente operación matemática.

$$Pv: \text{Costo de producción por Tn} + (\text{Costo de producción por Tn} * Mg)$$

$$Pv: \$4.209,47 + (\$4.209,47 * 25\%)$$

$$Pv: \$4.209,47 + \$1.052,37$$

$$Pv: \$5.261,84$$

Con este valor se puede calcular el margen de contribución para la empresa en estudio donde:

$$Mc = Pv \text{ por Tn} - Cv \text{ por Tn mensual}$$

$$Mc = \$5.261,84 - \$3.799,30$$

$$Mc = \$1.462,54$$

Lo que quiere decir que por cada tonelada producida y vendida de panel aislante se contribuye con \$1.463,54 para cubrir los costos fijos de la empresa en estudio y la utilidad que se espera obtener.

Para dejar representada en porcentaje se realiza la siguiente operación matemática.

$$Mc = (Pv \text{ por Tn} - Cv \text{ por Tn mensual}) / Pv \text{ por Tn}$$

$$Mc = (\$5.261,84 - \$3.799,30) / \$5.261,84$$

$$Mc = 28\%$$

## 4.12 Financiamiento

Para este apartado se va a considerar un financiamiento al 100% a una entidad bancaria donde su tasa de interés a la que le dan a la empresa en estudio es de 8,85% en un tiempo de 10 años, el monto de la inversión para las compras de la maquinaria y edificio es de \$1'020.420,78 en la siguiente Tabla 20 se muestra el resumen de los datos para el cálculo de la amortización del préstamo con el pasar del tiempo.

**Tabla 20**

*Datos para amortización del préstamo*

Detalle	Und	Observaciones
<b>Financiamiento</b>	1	Entidad Bancaria
<b>Tasa</b>	8.85%	
<b>Tiempo</b>	10	Años
<b>Monto del proyecto</b>	\$ 1,014,120.78	

*Nota.* Elaborado por: el autor.

Para calcular la cuota que debe pagar en los 10 años **se aplica** la siguiente formula:

$$C = M * \frac{(TEA * (1 + TEA))^n}{(1 + TEA)^n - 1}$$

Donde:

C = Cuota

M = Monto del proyecto

n = Numero de año

TAE = Tasa de interés

Para calcular la cuota fija que debe pagar en el año 1 hasta el año 10 ingresamos lo datos en la formula antes mencionada.

$$C = \$1'014.120,78 * \frac{(8,85\% * (1 + 8,85\%))^{10}}{(1 + 8,85\%)^{10} - 1}$$

$$C = \$156.978,61$$

Entonces para el año 1 queda se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) en el año se realiza multiplicando el monto total con la tasa de interés:

$$I \text{ año 1} = M * TAE$$

$$I \text{ año 1} = \$1'014.120,78 * 8,85\%$$

$$I \text{ año 1} = \$89.749,69$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp 1 = C - I$$

$$Cp 1 = \$156.978,61 - \$89.749,69$$

$$Cp 1 = \$67.228,92$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S1 = M - Cp 1$$

$$S1 = \$1'014.120,78 - \$67.228,92$$

$$S1 = \$946.891,86$$

Entonces para el año 2 se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 1 por el interés

$$I \text{ año } 2 = S1 * TAE$$

$$I \text{ año } 2 = \$946.891,86 * 8,85\%$$

$$I \text{ año } 2 = \$83.799,93$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp 2 = C - I \text{ año } 2$$

$$Cp 2 = \$156.978,61 - \$83.799,93$$

$$Cp 2 = \$73.178,68$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S2 = S1 - Cp 2$$

$$S2 = \$946.891,86 - \$73.178,68$$

$$S2 = \$873.713,17$$

Entonces para el año 3 se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 2 por el interés

$$I \text{ año } 3 = S2 * TAE$$

$$I \text{ año } 3 = \$873.713,17 * 8,85\%$$

$$I \text{ año } 3 = \$77.323,62$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp\ 3 = C - I\ \text{año}\ 3$$

$$Cp\ 3 = \$156.978,61 - \$77.323,62$$

$$Cp\ 3 = \$79.654,99$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S3 = S2 - Cp\ 3$$

$$S3 = \$873.713,17 - \$79.654,99$$

$$S3 = \$794.058,18$$

Entonces para el año 4 se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 3 por el interés

$$I\ \text{año}\ 4 = S3 * TAE$$

$$I\ \text{año}\ 4 = \$794.058,18 * 8,85\%$$

$$I\ \text{año}\ 4 = \$70.274,15$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp\ 4 = C - I\ \text{año}\ 4$$

$$Cp\ 4 = \$156.978,61 - \$70.274,15$$

$$Cp\ 4 = \$86.704,46$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S4 = S3 - Cp\ 4$$

$$S4 = \$794.058,18 - \$86.704,46$$

$$S4 = \$707.353,72$$

Para el año 5 se debe pagar \$157.953,81 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 4 por el interés

$$I\ \text{año}\ 5 = S4 * TAE$$

$$I\ \text{año}\ 5 = \$707.353,72 * 8,85\%$$

$$I\ \text{año}\ 5 = \$62.600,80$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp\ 5 = C - I\ \text{año}\ 5$$

$$Cp\ 5 = \$156.978,61 - \$62.600,80$$

$$Cp 5 = \$94.377,81$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S5 = S4 - Cp 5$$

$$S5 = \$707.353,72 - \$94.377,81$$

$$S5 = \$612.975,91$$

Para el año 6 se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 5 por el interés

$$I \text{ año } 6 = S5 * TAE$$

$$I \text{ año } 6 = \$612.975,91 * 8,85\%$$

$$I \text{ año } 6 = \$54.248,37$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp 6 = C - I \text{ año } 6$$

$$Cp 6 = \$156.978,61 - \$54.248,37$$

$$Cp 6 = \$102.730,24$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S6 = S5 - Cp 6$$

$$S6 = \$612.975,91 - \$102.730,24$$

$$S6 = \$510.245,67$$

Para el año 7 se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 6 por el interés

$$I \text{ año } 7 = S6 * TAE$$

$$I \text{ año } 7 = \$510.245,67 * 8,85\%$$

$$I \text{ año } 7 = \$45.260,51$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp 7 = C - I \text{ año } 7$$

$$Cp 7 = \$156.978,61 - \$45.260,51$$

$$Cp 7 = \$111.821,87$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S7 = S6 - Cp 7$$

$$S7 = \$510.245,67 - \$111.821,87$$

$$S7 = \$398.423,80$$

Para el año 8 se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 7 por el interés

$$I \text{ año } 8 = S7 * TAE$$

$$I \text{ año } 8 = \$398.423,80 * 8,85\%$$

$$I \text{ año } 8 = \$35.260,51$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp 8 = C - I \text{ año } 8$$

$$Cp 8 = \$156.978,61 - \$35.260,51$$

$$Cp 8 = \$121.718,10$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S8 = S7 - Cp 8$$

$$S8 = \$398.423,80 - \$121.718,10$$

$$S8 = \$276.705,69$$

Para el año 9 se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 8 por el interés

$$I \text{ año } 9 = S8 * TAE$$

$$I \text{ año } 9 = \$276.705,69 * 8,85\%$$

$$I \text{ año } 9 = \$24.488,45$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp 9 = C - I \text{ año } 9$$

$$Cp 9 = \$156.978,61 - \$24.488,45$$

$$Cp 9 = \$132.490,16$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S9 = S8 - Cp 9$$

$$S9 = \$276.705,69 - \$132.490,16$$

$$S9 = \$144.215,54$$

Para el año 10 se debe pagar \$156.978,61 y para el cálculo del interés (I) multiplicando el saldo del año 9 por el interés

$$I \text{ año } 10 = S9 * TAE$$

$$I \text{ año } 10 = \$144.215,54 * 8,85\%$$

$$I \text{ año } 10 = \$12.763,07$$

Para saber lo que queda de capital (Cp) del año uno se realiza la siguiente operación matemática entre el capital y el interés.

$$Cp 10 = C - I \text{ año } 10$$

$$Cp 10 = \$156.978,61 - \$12.763,07$$

$$Cp 10 = \$144.215,54$$

Para saber el saldo (S) que queda para el año uno, se realizará la resta del monto del proyecto y el capital del año uno.

$$S10 = S9 - Cp 10$$

$$S10 = \$145.111,44 - \$145.111,44$$

$$S10 = 0$$

### 4.13 Estado de pérdida y ganancia

Para medir cómo se comportan los ingresos y los gastos de la empresa a lo largo de los 10 años que se tiene previsto pagar el préstamo para ello se calcula la utilidad bruta, impuesto del 25% y la utilidad neta.

La utilidad bruta es la ganancia que se obtienen a través de las ventas de un bien o servicio después de quitar los costos asociado a la producción, se realizará la siguiente operación matemática:

Año 1

$$\text{Utilidad bruta} = \text{ventas anuales} - \text{costos de ventas anuales} - \text{interés}$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$7,533,877.39 - \$6,027,101.91 - 89.749,69$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$1.417.025,79$$

Para el impuesto del 25% se toma en referencia al SRI para el impuesto a la renta de sociedades

$$\text{Impuesto} = \text{Utilidad bruta} + (\text{Utilidad bruta} * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$1.417.025,79 + (\$1.417.025,79 * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$354.256,45$$

La utilidad neta hace referencia a las ganancias que tiene una empresa por la venta de un bien o servicio después de considerar los costos asociado a la producción y los impuestos a pagar.

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - \text{impuesto}$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.417.025,79 - \$354.256,45$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.062,769.34$$

Año 2

$$\text{Utilidad bruta} = \text{ventas anuales} - \text{costos de ventas anuales} - \text{interés}$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$7,533,877.39 - \$6,027,101.91 - \$83,799.93$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$1.422.975,55$$

$$\text{Impuesto} = \text{Utilidad bruta} + (\text{Utilidad bruta} * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$1.422.975,55 + (\$1.422.975,55 * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$355.743,89$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - \text{impuesto}$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.422.975,55 - \$355.743,89$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.067,231.66$$

Año 3

$$\text{Utilidad bruta} = \text{ventas anuales} - \text{costos de ventas anuales} - \text{interés}$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$7,533,877.39 - \$6,027,101.91 - \$77,323.62$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$1.429.451,86$$

$$\text{Impuesto} = \text{Utilidad bruta} + (\text{Utilidad bruta} * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$1.429.451,86 + (\$1.429.451,86 * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$357.362,97$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - \text{impuesto}$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.429.451,86 - \$357.362,97$$



Utilidad neta = \$1.072,088.90

Año 4

Utilidad bruta = ventas anuales – costos de ventas anuales - interés

Utilidad bruta = \$7,533,877.39 - \$6,027,101.91 – \$70,274.15

Utilidad bruta = \$1.436.501,33

Impuesto = Utilidad bruta + (Utilidad bruta\*25%)

Impuesto = \$1.436.501,33 + (\$1.436.501,33\*25%)

Impuesto = \$359.125,33

Utilidad neta = Utilidad bruta – impuesto

Utilidad neta = \$1.436.501,33 - \$359.125,33

Utilidad neta = \$1.077.376,00

Año 5

Utilidad bruta = ventas anuales – costos de ventas anuales - interés

Utilidad bruta = \$7,533,877.39 - \$6,027,101.91 – \$62,600.80

Utilidad bruta = \$1.444.174,67

Impuesto = Utilidad bruta + (Utilidad bruta\*25%)

Impuesto = \$1.444.174,67+ (\$1.444.174,67\*25%)

Impuesto = \$361.043,67

Utilidad neta = Utilidad bruta – impuesto

Utilidad neta = \$1.444.174,67 - \$361.043,67

Utilidad neta = \$1.083.131,01

Año 6

Utilidad bruta = ventas anuales – costos de ventas anuales - interés

Utilidad bruta = \$7,533,877.39 - \$6,027,101.91 – \$54,248.37

Utilidad bruta = \$1.452.527,11

Impuesto = Utilidad bruta + (Utilidad bruta\*25%)

$$\text{Impuesto} = \$1.452.527,11 + (\$1.452.527,11 * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$363.131,78$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - \text{impuesto}$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.452.527,11 - \$363.131,78$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.089.395,33$$

Año 7

$$\text{Utilidad bruta} = \text{ventas anuales} - \text{costos de ventas anuales} - \text{interés}$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$7.533.877,39 - \$6.027.101,91 - \$45.156,74$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$1.461.618,74$$

$$\text{Impuesto} = \text{Utilidad bruta} + (\text{Utilidad bruta} * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$1.461.618,74 + (\$1.461.618,74 * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$365.404,68$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - \text{impuesto}$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.461.618,74 - \$365.404,68$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.096.214,05$$

Año 8

$$\text{Utilidad bruta} = \text{ventas anuales} - \text{costos de ventas anuales} - \text{interés}$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$7.533.877,39 - \$6.027.101,91 - \$35.260,51$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$1.471.514,97$$

$$\text{Impuesto} = \text{Utilidad bruta} + (\text{Utilidad bruta} * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$1.471.514,97 + (\$1.471.514,97 * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$367.878,74$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - \text{impuesto}$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.471.514,97 - \$367.878,74$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.103.636,23$$

Año 9

$$\text{Utilidad bruta} = \text{ventas anuales} - \text{costos de ventas anuales} - \text{interés}$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$7,533,877.39 - \$6,027,101.91 - \$24,488,45$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$1.482.287,02$$

$$\text{Impuesto} = \text{Utilidad bruta} + (\text{Utilidad bruta} * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$1.482.287,02 + (\$1.482.287,02 * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$370.571,76$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - \text{impuesto}$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.482.287,02 - \$370.571,76$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.111.715,27$$

Año 10

$$\text{Utilidad bruta} = \text{ventas anuales} - \text{costos de ventas anuales} - \text{interés}$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$7,533,877.39 - \$6,027,101.91 - \$12,763.07$$

$$\text{Utilidad bruta} = \$1.494.012,30$$

$$\text{Impuesto} = \text{Utilidad bruta} + (\text{Utilidad bruta} * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$1.494.012,30 + (\$1.494.012,30 * 25\%)$$

$$\text{Impuesto} = \$373.503,10$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad bruta} - \text{impuesto}$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.494.012,30 - \$373.503,10$$

$$\text{Utilidad neta} = \$1.120.509,30$$

En la Tabla 21 se realiza un resumen de los costos previo al cálculo de del flujo de caja que es donde se determinaran si el proyecto es viable con el cálculo del TIR y el VAN.

**Tabla 21**

*Estado de perdida y ganancia*

<b>Año</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Inversión</b>	\$1.014.120,78									
<b>Ton producidas anual</b>	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79	\$ 1.431,79
<b>\$ venta Anual</b>	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39	\$7.533.877,39
<b>Costo Variable Anual</b>	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16	\$5.439.817,16
<b>Margen de Contribución</b>	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23	\$2.094.060,23
<b>MC %</b>	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%	28%
<b>Costo de venta Anual</b>	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91	\$6.027.101,91
<b>Intereses</b>	\$ 89.749,69	\$ 83.799,93	\$ 77.323,62	\$ 70.274,15	\$ 62.600,80	\$ 54.248,37	\$ 45.156,74	\$ 35.260,51	\$ 24.488,45	\$ 12.763,07
<b>Utilidad Bruta</b>	\$1.417.025,79	\$1.422.975,55	\$1.429.451,86	\$1.436.501,33	\$1.444.174,67	\$1.452.527,11	\$1.461.618,74	\$1.471.514,97	\$1.482.287,02	\$1.494.012,40
<b>Impuesto del 25% Utilidad Neta</b>	\$ 354.256,45	\$ 355.743,89	\$ 357.362,97	\$ 359.125,33	\$ 361.043,67	\$ 363.131,78	\$ 365.404,68	\$ 367.878,74	\$ 370.571,76	\$ 373.503,10
<b>Utilidad Neta %</b>	14%	14%	14%	14%	14%	14%	15%	15%	15%	15%

*Nota.* Elaborado por: el autor

## 4.14 Cálculo del TIR y VAN

Para este apartado se calcula el TIR y el Van se debe de tener en cuenta las siguientes condiciones:

Para el TIR donde “T” es la tasa de descuento

$TIR < T$  el proyecto debe ser anulado

$TIR > T$  el proyecto debe ser aprobado

$TIR = T$  en el proyecto ni se pierde ni se gana

Para el VAN

$VAN < 0$  el proyecto genera perdida por lo que no es factible invertir

$VAN > 0$  el proyecto es viable por lo que debe ser aprobado

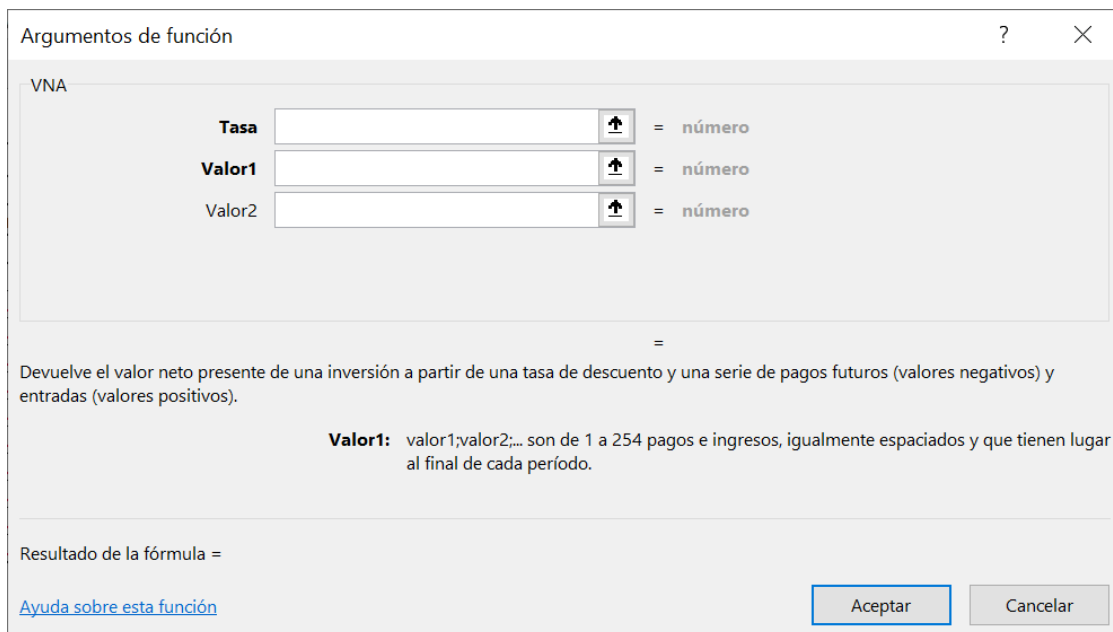
$VAN = 0$  el proyecto no genera ni perdida no ganancia

Basados en estas reglas se procede a calcular ambos indicadores basado en la Tabla 31 donde se muestra el flujo de caja aplicando el programa Excel como se muestra a continuación en los siguientes pasos:

- Insertar la función “VNA” como se muestra en la Figura14 y llenar los campos

**Figura 14**

*Calculo del VAN*



Argumentos de función

VNA

Tasa  = número

Valor1  = número

Valor2  = número

=

Devuelve el valor neto presente de una inversión a partir de una tasa de descuento y una serie de pagos futuros (valores negativos) y entradas (valores positivos).

**Valor1:** valor1;valor2;... son de 1 a 254 pagos e ingresos, igualmente espaciados y que tienen lugar al final de cada período.

Resultado de la fórmula =

[Ayuda sobre esta función](#)

Aceptar Cancelar

*Nota.* Elaborado por: el autor

En el campo de “tasa” se ingresa la tasa de descuento dado por el departamento de costo y un tipo de descuento que permite calcular el TIR y el VAN para ver es rentable o no un proyecto, para el cálculo se utilizó el 12% como tasa de descuento.

En el “valor 1” se ingresa todos los valores van en el flujo de caja desde el año uno hasta el año 10 y se resta la inversión del año cero y así se obtiene el valor de VAN.

Para el TIR se selecciona la función “TIR” y se pone los valores del flujo de caja desde el año cero hasta el año 10 como se muestra en la Figura 15.

### Figura 15

#### Cálculo del TIR

Argumentos de función

TIR

Valores H7:H17 = {-1014120,77725;912601,261441498;91111...}

Estimar = número

= 0,896628799

Devuelve la tasa interna de retorno de una inversión para una serie de valores en efectivo.

**Valores** es una matriz o referencia a celdas que contengan los números para los cuales se desea calcular la tasa interna de retorno.

Resultado de la fórmula = 90%

[Ayuda sobre esta función](#) Aceptar Cancelar

*Nota.* Elaborado por: el autor

Como ejemplo de interpretación lo que indica también es que por cada \$900,00 invertido se obtiene un ingreso de \$90,00 cada año

Para el periodo de recuperación de la inversión (PRI) se aplica la siguiente fórmula:

$$PRI = w + (x - y) / z$$

Donde:

W = año anterior inmediato donde se recupera la inversión

X = inversión inicial

Y = flujo acumulado de efectivo del inmediato anterior que se recupera la inversión

Z = flujo exacto de efectivo que se recupera la inversión

$$PRI = w + (x - y) / z$$

$$PRI = 2 + (-\$1.014.120,78 - \$527.036,14) / \$647.360,39$$

$$PRI = 2,75 \text{ años}$$

Lo que quiere decir que la inversión se recupera en 2,75 años, a continuación, se muestra un resumen de los cálculos obtenidos en la Tabla 32

## 5. Resultado y discusión

Dentro de este capítulo interpretaremos los resultados obtenidos de los cálculos del capítulo 4 para ver la factibilidad del proyecto, para esto va a interpretar los costos fijos calculados en las siguientes tablas:

En la tabla 22 se puede visualizar el resumen de los costos por consumo de energía eléctrica mensual de cada máquina que se necesita para la línea de producción de panel aislante.

**Tabla 22**

*Costo de energía mensual*

Detalle	Kw	Usd/Kw/Hr	Tiempo Hr/mes	Costo total
Máquina inyectora de poliuretano	45	\$ 1,41	264	\$ 16.750,80
Prensa de inyectado	5,98	\$ 1,41	264	\$ 2.226,00
Roll Forming	30,95	\$ 1,41	264	\$ 11.520,83
Costo de iluminación	10	\$ 1,41	264	\$ 3.722,40
Montacarga eléctrico	0,7	\$ 1,41	176	\$ 173,71
Sistema de Corte de Panel Inyectado	2,2	\$ 1,41	132	\$ 409,46
<b>Costo Total Consumo eléctrico</b>				<b>\$ 34.803,20</b>
<b>Costo por Tn Consumo eléctrico</b>				<b>\$ 291,69</b>

*Nota.* Elaborada por: el autor

Lo que quiere decir que mensualmente el costo del consumo eléctrico de las máquinas para producir 119,32 Tn es de \$34.803,20 y por cada Tn producida el costo de la energía eléctrica mensual es de \$291,69

En la Tabla 23 se muestra un resumen de resultado de los cálculos obtenidos para la depreciación de los equipos que necesita para la planta en base a los cálculos realizado.

**Tabla 23**

*Depreciación mensual de máquina*

Detalle	Años de vida útil	% depreciación	Liquidación	Depreciación
Inyectora de poliuretano	120	0,83%	\$ 111.599,79	\$ 930,00
Prensa de inyectado	120	0,83%	\$ 319.411,84	\$ 2.661,77
Roll Forming	120	0,83%	\$ 225.057,17	\$ 1.875,48
Montacarga eléctrico 1,5 Tn	120	0,83%	\$ 12.600,00	\$ 105,00
Sist. de Corte de Panel Inyectado	120	0,83%	\$ 3.573,59	\$ 29,78
Estructura metálica	240	0,42%	\$ 326.898,39	\$ 1.362,08
<b>Costo total de depreciación</b>				<b>\$ 6.964,10</b>
<b>Costo depreciación \$/Tn</b>				<b>\$ 58,37</b>

*Nota.* Elaborado por: el autor.

Como se puede observar, la depreciación de los equipos y parte de la infraestructura tiene una depreciación de \$6.964,10 mensual, también indica que por cada Tn producida la línea de producción se deprecia en \$58,37.

En la Tabla 24 se muestra el resumen de los cálculos obtenidos para mantenimiento de los equipos que se debe realizar mensualmente como preventivo.

**Tabla 24**

*Costo de mantenimiento Mensual*

Detalle	Und	P.U	Precio Total
Máquina inyectora de poliuretano	1	\$ 1.480,00	\$ 1.480,00
Prensa de inyectado	1	\$ 2.108,50	\$ 2.108,50
Roll Forming	1	\$ 1.856,89	\$ 1.856,89
Montacarga electrico 1,5 Tn	1	\$ 1.200,00	\$ 1200,00
Sistema de Corte de Panel Inyectado	1	\$ 580,21	\$ 580,21
<b>Costo total de depreciación</b>			<b>\$ 7.225,60</b>
<b>Costo \$/Tn</b>			<b>\$ 60,56</b>

*Nota.* Elaborado por: el autor.

Como se puede observar, el mantenimiento mensual de los equipos tiene un costo mensual de \$7.225,60 mensual, también indica que por cada Tn producida representa \$60,56 por mantenimiento.

A continuación, se realiza el resumen de los costos variables según los cálculos realizados en el apartado 4.2.1.

En la Tabla 25 se muestra el resumen de los cálculos obtenidos por el costo de la materia prima mensual como se muestra a continuación.

**Tabla 25**

*Costo de la MP*

Detalle	Tn/Mes	\$/Tn	Subtotal
En 1 m2 de poliuretano de 35 mm hay	23,90	\$ 9.930,00	\$ 237.300,99
En 1 m2 de prepintado 0,40 mm hay	57,52	\$ 2.027,00	\$ 116.601,98



En 1 m2 de aluzinc 0,30 mm hay	37,89	\$	1.750,00	\$	66.315,23
<b>Costo Total mensual de M.P.</b>				\$	<b>420.218,20</b>
<b>Costo por Tn de M.P.</b>				\$	<b>3.521,89</b>

*Nota.* Elaborado por: el autor.

Como se puede observar para producir 119,32 Tn se tiene que invertir \$420.218,20 mensuales, por lo tanto, por cada tonelada producida tiene un costo de \$3.521,89

En la tabla 26 se puede visualizar el resumen de los costos por la MOD para la producción de panel aislante.

**Tabla 26**

*Costo de MOD mensual*

Detalle	Sueldo	HR - extras	Usd/Hr extras	Beneficios	N° Operador	Total
Operador	\$ 550,00	120	\$ 3,44	\$ 421,36	2	\$ 2.767,72
Ayudante	\$ 485,00	120	\$ 3,03	\$ 405,98	8	\$10.037,86
<b>Costo Total M.O.D.</b>						<b>\$ 12.805,58</b>
<b>Costo Tn de M.O.D</b>						<b>\$ 107,32</b>

*Nota.* Elaborado por: el autor.

Como se puede observar el costo mensual por la MOD tiene un costo de \$12.805,58 para producir 119,32 Tn mensuales, este costo incluye todos los beneficios que la empresa en estudio les brinda a sus trabajadores por lo cual se los debe de considerar, por lo tanto, por cada tonelada producida en MOD tiene un costo de \$107,32

De igual manera en la Tabla 27 se puede visualizar el resumen de los cálculos realizado por la MOI para la producción de panel aislante.

**Tabla 27**

*Costo de MOI mensual*

Detalle	Sueldo	HR - extras	Usd/Hr extras	Beneficios	N° colaborador	Total
Supervisor	\$ 800,00	120	\$ 5,00	\$ 491,78	<u>1</u>	\$1.891,78
Asistente de producción	\$ 650,00	120	\$ 4,06	\$ 456,31	<u>1</u>	\$1.593,51
<b>Costo Total MOI</b>				-		<b>\$3.485,29</b>
<b>Costo por Tn de MOI</b>				-		<b>\$ 29,21</b>

*Nota.* Elaborado por: el autor.

Como se puede observar el costo mensual por la MOI tiene un costo de \$3.485,29 para producir 119,32 Tn mensuales, así mismo tanto el supervisor como el asistente gozan de los beneficios que la empresa les brinda por lo cual se los considera

en el costo final, por lo tanto, cada tonelada producida en MOD tiene un costo de \$29,21.

De igual manera en la Tabla 28 se muestra un cuadro de resumen de todos los costos variables considerado de producción por tonelada producida, es decir lo que cuesta producir una tonelada de panel aislante mensual.

**Tabla 28**

*Resumen de costo variable de fabricación*

Detalle	Und	Valor
Costo de la MP	\$/Tn - mensual	\$ 3.662,76
Mano de obra directa	\$/Tn - mensual	\$ 107,32
Mano de obra indirecta	\$/Tn - mensual	\$ 29,21
<b>Total</b>		<b>\$ 3.799,30</b>

*Nota.* Elaborado por: el autor.

De igual manera en la Tabla 29 se muestra un cuadro de resumen de todos los costos fijos considerado de producción por tonelada producida, es decir lo que cuesta producir una tonelada de panel aislante mensual y que independientemente de la producción no van a variar.

**Tabla 29**

*Resumen de costo fijo de fabricación*

Detalle	Und	Valor
Costo energía	\$/Tn - mensual	\$ 291,69
Depreciación de máquinas y edificio	\$/Tn - mensual	\$ 57,93
Mantenimiento	\$/Tn - mensual	\$ 60,56
<b>Total</b>		<b>\$ 410,17</b>

*Nota.* Elaborado por: el autor.

En la Tabla 30 se muestra un cuadro de resumen de los costos de producción mensuales total, es decir lo que implicar mensualmente producir panel aislante en el mes, esto en base a lo calculado en los costos fijos y variables.

**Tabla 30**

*Resumen de costos de producción mensual*

Detalle	Total
Costo Total mensual de M.P.	\$ 420.218,20
Costo Total M.O.D.	\$ 12.805,58
Costo Total M.O.I.	\$ 3.485,59
Costo Total Consumo eléctrico	\$ 34.803,20
Costo total de depreciación	\$ 6.911,60
Costo total de mantenimiento	\$ 7.225,60

<b>Costo Total de producción</b>	<b>\$ 485.449,76</b>
----------------------------------	----------------------

*Nota.* Elaborado por: el autor.

Una vez calculado los costos fijos, variables y los costos totales de producción se proceden a realizar en la Tabla 31 un cuadro de costo de las máquinas que se requiere para determinar la inversión y ver si es factible o no la instalación de una planta de panel aislante una vez ya elegido el proveedor y las máquinas

**Tabla 31**

*Dimensión del panel aislante*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Und</b>	<b>Costo</b>
Máquina inyectora de poliuretano	1	Und	\$ 111,599.79
Prensa de inyectado	1	Und	\$ 319,411.84
Roll Forming	1	Und	\$ 225,057.17
Montacarga eléctrico 2 Tn	1	Und	\$ 12,600.00
Sistema de Corte de Panel Inyectado	1	Und	\$ 3,573.59
Construcción y montaje de estructura metálica	1	Gb	\$ 326,898.39
Montaje mecánico de Prensa hidráulica	1	Und	\$ 8,600.00
Conexión eléctrica Prensa hidráulica	1	Gb	\$ 4,300.00
Conexión eléctrica máquina inyectora	1	Gb	\$ 6,500.00
Pintura Epoxica Antideslizante	80	m2	\$ 1,880.00
<b>Total</b>			<b>\$ 1.020.420,78</b>

*Nota.* Elaborada por: el autor

La Inversión por la instalación de una línea de producción de panel aislante es de 1.020.420,78 por lo que la empresa debe recurrir a un préstamo bancario.

Tabla 32 se muestra el resumen de los datos para el cálculo de la amortización del préstamo con el pasar del tiempo a 10 años

**Tabla 32**

*Datos para amortización del préstamo*

<b>Detalle</b>	<b>Und</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Financiamiento</b>	1	Entidad Bancaria
<b>Tasa</b>	8.85%	
<b>Tiempo</b>	10	Años
<b>Monto del proyecto</b>	\$ 1,014,120.78	

*Nota.* Elaborado por: el autor.

La entidad bancaria da una la empresa una tasa de interés del 8,85% con un préstamo de \$ 1.014.120,78 a 10 años plazo.

Con los cálculos ya realizado en el apartado 4.23 se realiza en la Tabla 33 el resumen de la amortización dentro de los 10 años que se debe pagar el proyecto el proyecto.

**Tabla 33**

*Amortización del proyecto*

Año	Cuota	interés	Capital	Saldo
0				\$ 1,020,420.78
1	\$ 157,953.81	\$ 90,307.24	\$ 67,646.57	\$ 952,774.21
2	\$ 157,953.81	\$ 84,320.52	\$ 73,633.29	\$ 879,140.92
3	\$ 157,953.81	\$ 77,803.97	\$ 80,149.83	\$ 798,991.09
4	\$ 157,953.81	\$ 70,710.71	\$ 87,243.09	\$ 711,747.99
5	\$ 157,953.81	\$ 62,989.70	\$ 94,964.11	\$ 616,783.89
6	\$ 157,953.81	\$ 54,585.37	\$ 103,368.43	\$ 513,415.45
7	\$ 157,953.81	\$ 45,437.27	\$ 112,516.54	\$ 400,898.92
8	\$ 157,953.81	\$ 35,479.55	\$ 122,474.25	\$ 278,424.67
9	\$ 157,953.81	\$ 24,640.58	\$ 133,313.22	\$ 145,111.44
10	\$ 157,953.81	\$ 12,842.36	\$ 145,111.44	\$ -

*Nota.* Elaborado por: el autor

En las amortizaciones dentro de los 10 años se paga cuota fija y los intereses bajan con el pasar de los años mientras que el capital aumenta capital aumento

**Tabla 34**

*Flujo de caja*

Año	+ Utilidad Neta	+ Depreciación	- Inversión	+ Amortización	Flujo de caja	F. Valor presente	F. Acumulado
	\$ -		\$ -1.014.120,78	\$ 1.014.120,78	\$ -1.014.120,78	\$ -1.014.120,78	\$ -1.014.120,78
1	\$ 1.062.769,34	\$ -82.939,16		\$ -67.228,92	\$ 912.601,26	\$ 814.822,55	\$ -199.298,22
2	\$ 1.067.231,66	\$ -82.939,16		\$ -73.178,68	\$ 911.113,82	\$ 726.334,36	\$ 527.036,14
3	\$ 1.072.088,90	\$ -82.939,16		\$ -79.654,99	\$ 909.494,74	\$ 647.360,39	\$ 1.174.396,53
4	\$ 1.077.376,00	\$ -82.939,16		\$ -86.704,46	\$ 907.732,38	\$ 576.880,34	\$ 1.751.276,87
5	\$ 1.083.131,01	\$ -82.939,16		\$ -94.377,81	\$ 905.814,04	\$ 513.983,21	\$ 2.265.260,08
6	\$ 1.089.395,33	\$ -82.939,16		\$ -102.730,24	\$ 903.725,93	\$ 457.855,68	\$ 2.723.115,76
7	\$ 1.096.214,05	\$ -82.939,16		\$ -111.821,87	\$ 901.453,02	\$ 407.771,57	\$ 3.130.887,33
8	\$ 1.103.636,23	\$ -82.939,16		\$ -121.718,10	\$ 898.978,97	\$ 363.082,53	\$ 3.493.969,86
9	\$ 1.111.715,27	\$ -82.939,16		\$ -132.490,16	\$ 896.285,95	\$ 323.209,70	\$ 3.817.179,56
10	\$ 1.120.509,30	\$ -82.939,16		\$ -144.215,54	\$ 893.354,61	\$ 287.636,27	\$ 4.104.815,83

*Nota.* Elaborado por: el autor

**Tabla 35**

*Resultado del TIR y VAN*

Detalle	Und	Resultado
Taza de Descuento	Anual	12%
VAN	\$	\$ 4.104.815,83
TIR	Anual	90%
T. Recuperación Inversión	Años	2,75

*Nota.* Elaborado por: el autor

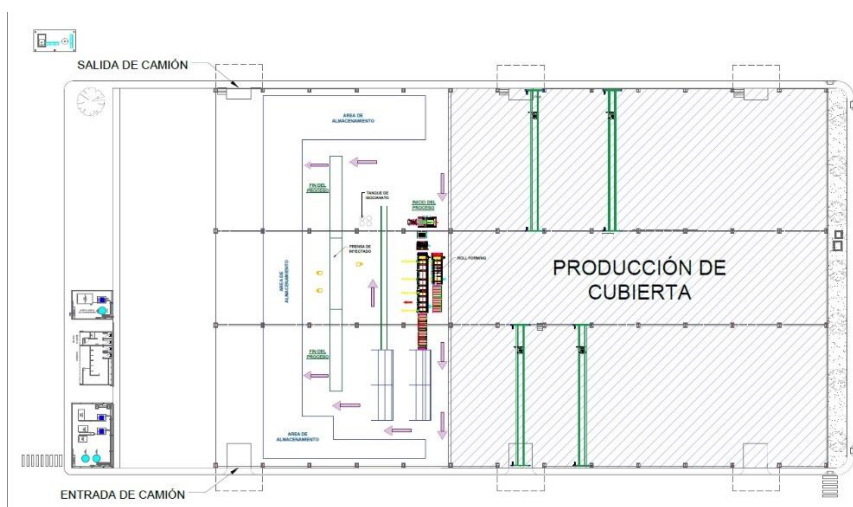
Basado en las condiciones del apartado 4.25 del TIR y el VAN el proyecto se debe aprobar ya que el VAN tiene un retorno de \$4.104.815,83 dando un valor mayor a cero lo que quiere decir es factible el proyecto ya que en valor actual de los flujos es mayor a la inversión inicial.

En tanto al TIR si tiene un valor del 90% lo que indica que el proyecto debe ser aprobado ya que es mayor a la tasa de descuento que es del 12%, por lo tanto, el proyecto es viable ya que el indicador en ambos es favorable para la empresa.

En este apartado también se diseña una distribución por producto de la línea de producción de panel aislante como se muestra en la Figura 16 se realizará también la implantación de la distribución por producto para la línea de producción de panel aislante de donde inicia y donde termina el flujo de la producción en base al espacio disponible y establecido.

**Figura 16**

*Distribución de planta*



*Nota.* Elaborada por: el autor.

En la distribución de la planta la prensa hidráulica y el roll forming se encuentra paralela ya que el roll forming abastece a la prensa hidráulica para después ser almacenado dentro de la misma nave, estos paneles también pueden ser almacenado al aire libre ya que están diseñado para lo mismo sin que sufra algún tipo de daños del producto.

## 6. Conclusiones

---

De acuerdo con el estudio realizado se determinan las siguientes conclusiones:

Según el análisis para el primer objetivo del presente trabajo de titulación se describió las condiciones desfavorables de la empresa demostrando que se tiene un proceso de subcontratación ineficiente donde intervienen muchas personas que hace muy demoroso el proceso entre 25 a 30 días entre la cuales 15 días se entregar al cliente, se puede evidenciar que hay costos innecesarios en transportar la MP al proveedor con un promedio de \$21.720,96 anuales, transportar retazos de bobinas hacia la planta con un promedio de \$8.639,93 anuales, transportar producto terminado hacia la planta para después ser despachado al cliente con un promedio de \$16.718,52 anuales y producto por reposición hacia el proveedor para completar el pedido con un promedio de \$1780,56 anuales, esto supondría un costo total que debe asumir la empresa por \$48.859,97 anuales.

Para el análisis del segundo objetivo se pronosticó la demanda para los próximos 4 años partiendo desde el 2024 hasta el 2027, con ellos se calculó la dimensión de la línea de producción con sus capacidades en función de los datos técnicos como velocidad y longitud de los platos para la prensa hidráulica y para la inyectora de poliuretano el flujo masico mínimo y máximo con que inyecta el poliuretano, datos que fueron entregado por los proveedores por la cual tiene un sobre dimensionamiento del 8% para sus respectivas paradas de mantenimiento, las maquinas están también dimensionada para un eventual aumento de la demanda pudieron programar un turno en la noche con una producción de \$204.834,69 m<sup>2</sup> para abastecer dicha demanda, con esto también se investigó los parámetros básicos para un control de calidad eficiente que garantice el producto al cliente.

Para el tercer y último objetivo se calculó en base a los costos de la inversión la factibilidad de que se pueda implementar una línea de producción de panel aislante dando valores muy positivos en el TIR con un 90% anual y un VAN con un costo de



\$4.104.815,83 donde se demostró que es muy rentable para la compañía en estudio que le permitirá ampliar su gama de producto permitiéndoles competir en el mercado con llave en mano para los proyectos que se presenten para la empresa.

## 7. Referencias

- ACH. (2023). *Paneles Sándwich ACH*. Obtenido de <https://www.panelesach.com/paneles-sandwich>
- Arboleda, M. (15 de 04 de 2021). *Departamento de Economía Economics Lecture Notes*. Recuperado el 07 de 09 de 2023, de Departamento de Economía Economics Lecture Notes: <https://www.icesi.edu.co/departamentos/images/departamentos/FCAE/economia/apuntesEconomia/breve-introduccion-conceptos-oferta-demanda-mercado.pdf>
- Carlos, E. C., & Stefania, M. B. (2018). *“DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE NEUMATICO DEL POLIURETANO EN. LATACUNGA.*
- ChemicalSafetyFacts.org. (26 de Julio de 2023). *Poliuretanos y diisocianatos*. Obtenido de <https://es.chemicalsafetyfacts.org/chemicals/polyurethanes-diisocyanates/>
- COSAceroLogo. (2022). *Bobinas De Acero Galvanizado Prepintado (Bobina PPGI)*. Obtenido de <https://es.cosasteel.com/prod/prepainted-steel-coil/>
- Ecuapoliuretanos. (2021). Obtenido de Paneles y Planchas de Poliuretano: <https://www.ecuapoliuretanos.com/paneles-de-poliuretano>
- etw Cloud. (2023). *Línea de panel sandwich en discontinuo*. Obtenido de <https://mx.etwinternational.com/5-2-discontinuous-sandwich-panel-line-70356.html>
- Fanosa. (2020). *Usos de poliestireno expandido en construcción e industria*. Obtenido de Fanosa Staff - Aisla. protege. Ahorra.: <https://blog.fanosa.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-poliestireno-expandido-eps>
- Form Process Engineering. ( 2023). *Roll Form Process*. Obtenido de : <https://www.formprocesseng.com/roll-forming-process-2/>
- Freire, A. d. (2018). *SÍNTESIS Y FORMULACIÓN DE NUEVAS ESPUMAS DE POLIURETANO FLEXIBLES CON PROPIEDADESMEJORADAS*. Alicante.
- Freire, P. (22 de 06 de 2021). *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*. Recuperado el 07 de 09 de 2023, de UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO: <https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0CDcQw7AJahcKEwilvvrH-ZmBAXUAAAAAHQAAAAQAw&url=https%3A%2F%2F repositorio.uta.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F33059%2F1%2FMaestr%25C3%25ADa%2520M.M.%252007%2520-%2520Freire>
- Grupo panel Sandwich. (2023). *Panel Sandwich para Paredes*. Obtenido de <https://panelsandwich.ec/panel-sandwich-fachada/panel-sandwich-paredes>
- Huaraca, P. E. (2018). *FORMULACIÓN Y PROCESO PRODUCTIVO DE ESPUMAS DE POLIURETANO EN LA EMPRESA CORPORACIÓN SURYMAR S.A.C.- LIMA. AYACUCHO - PERÚ.*
- Lescano, W. J. (2020). *SÍNTESIS Y EVALUACIÓN MECÁNICA DE PANELES TIPO SÁNDWICH COMPUESTOS POR FIBRA DE VIDRIO Y POLIURETANO REFORZADO CON MICROPARTÍCULAS DE CAUCHO”*. Riobamba.
- Madariaga, C. (14 de 02 de 2020). *2306-9155-rdir-14-02-354.pdf Retos de la Dirección 2020; 14(2): 354-373*. Recuperado el 07 de 09 de 2023, de 2306-9155-rdir-14-

- 02-354.pdf Retos de la Dirección 2020; 14(2): 354-373:  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v14n2/2306-9155-rdir-14-02-354.pdf>
- MultipanelMéxico . (2023). *Panel aislante*. Obtenido de <https://www.multipanelmexico.com/que-es-el-panel-aislante/#:~:text=El%20panel%20aislante%20esta%20compuesto,las%20caras%20de%20acero%20tratado>.
- Patricio, E. G. (2020). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE POLIURETANO SEMIAUTOMÁTICA PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA SETEG PIGS EC*. QUITO.
- Revista Seguridad360. (28 de 04 de 2023). *Aislantes térmicos para mejorar la eficiencia energética en edificios*. Obtenido de Revista Seguridad360: <https://revistaseguridad360.com/guias/que-son-los-aislantes-termicos/>
- Revista Técnica de Centro Zaragoza. (04 de 07 de 2022). *Protección anticorrosiva* . Obtenido de Revista Técnica de Centro Zaragoza: <https://revistacentrozaragoza.com/proteccion-anticorrosiva/>
- Romero, J. C. (miercoles de julio de 2021). Pronóstico de la demanda de un Proyecto de inversión.
- Sandwich, Grupo Panel. (2023). *a producción del panel sandwich*. Obtenido de <https://panelsandwich.ec/contenido/proceso-produccion-panel-sandwich>
- Santiago-Calvo, M. (2018). Expandometría infrarroja: una metodología novedosa para monitorear la cinética de expansión de materiales celulares producidos con mecanismos de formación de espuma exotérmica. 383-393.
- Stiferite. (2022). *Panel ISOCANALE*. Recuperado el LUNES 2 de MAYO de 2022, de [https://www.isocanale.com/es/sistema-isocanale/panel-pir-alu/?gclid=CjwKCAjwgr6TBhAGEiwA3aVuIT4itNk9arPdK2RFyeAUSgqK6-19nuH6wJxOYjujJQNxvM4X3xqMkhoC1\\_IQAvD\\_BwE](https://www.isocanale.com/es/sistema-isocanale/panel-pir-alu/?gclid=CjwKCAjwgr6TBhAGEiwA3aVuIT4itNk9arPdK2RFyeAUSgqK6-19nuH6wJxOYjujJQNxvM4X3xqMkhoC1_IQAvD_BwE)
- Stiferiteisocanale. (2023). *Láminas ISOCANALE y sus aplicaciones*. Obtenido de <https://www.isocanale.com/es/#gref>

## 8. Anexos

### Anexo 1

**PRECIO PRENSA 1+1:** EX WORKS Rosario, Argentina. Sin embalaje. **U\$\$ 245.000,=**

**SON DOLARES ESTADOUNIDENSES:** Doscientos cuarenta y cinco mil.-

**CONDICIONES DE PAGO:** 30% Anticipo junto con la Orden de Compra.-  
60% Pagadero en cuotas iguales y consecutivas durante la fabricación de la máquina.-  
10% Contra aprobación de la máquina en nuestra Fábrica, Rosario.-

**VALIDEZ DE OFERTA:** 30 Días.-

**OPCIONAL:**

- **EXPANSIÓN DE PRENSA CON AGREGADO DE 2 PLATOS MOVILES ADICIONALES PARA CONFIGURACIÓN 2+2 (2 PANELES POR PRENSADA)**

**PRECIO ADICIONAL:** EX WORKS Rosario, Argentina. Sin embalaje. **U\$\$ 60.000,=**

**SON DOLARES ESTADOUNIDENSES:** Sesenta mil.-

## Precios:

**A.-** Una prensa 1+1, fabricada en acero estructural A36 con espesores de placas de platinas de 12.7 mm., con todas y cada una de sus superficies de moldeo maquinadas planas, con especificación automotriz, que no requiere ningún tipo de obra civil especial (fosas, pits, etc.) diseñada para la fabricación de panel de PUR o PIR:..... **\$ 139'916 usd**

**A1.- Opción a 2 + 2 con las mismas especificaciones:**

Sistema de rieles para el lado derecho del módulo de prensado, para dos platinas móviles extras, una alta y otra baja, con lo que el equipo operaría 2+2 en su totalidad:..... **\$ 61'988 usd**

*Esta misma opción ejecutada en campo a la prensa 1+1, costaría mínimo, un 50 % más cara.*

**B.-** Una prensa 1+1, fabricada en acero estructural A36 con espesores de placas de platinas de 9.5 mm., con todas y cada una de sus superficies de moldeo maquinadas planas, con especificación automotriz, que no requiere ningún tipo de obra civil especial (fosas, pits, etc.) diseñada para la fabricación de panel de PUR o PIR:..... **\$ 126'684 usd**

**B1.- Opción a 2 + 2 con las mismas especificaciones:**

Sistema de rieles para el lado derecho del módulo de prensado, para dos platinas móviles extras, una alta y otra baja, con lo que el equipo operaría 2+2 en su totalidad:..... **\$ 55'961 usd**

*Esta misma opción ejecutada en campo a la prensa 1+1, costaría mínimo, un 50 % más cara.*

**Opcionales:**

**C.-** Termorregulador (incluye circuito cerrado para glicol (fluido no incluido)) para mantener la temperatura del fluido circulante perfectamente controlada, requiere agua a máximo 30° C grados para intercambiador, únicamente para el caso de requerir controlar la temperatura de las platinas a 45° o menos\*):..... **\$ 10'223 us**

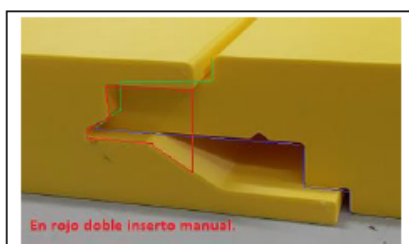
**D.-** 2 Acarreadores de cabeza de inyección: Precio unitario: \$ 7'531 2x: **\$ 15'062 us**

**E.-** Cierre y apertura semiautomáticos:..... **\$ 8'831 us**

*El costo de la herramienta queda pendiente por cotizar, ya que requerimos definir exactamente su alcance y se calcula que puede tener un precio entre 8 y 40 mil dólares.*

**Total presupuestal A+A1+C+D+E:..... \$ 236'020 usd**

**Total presupuestal B+B1+C+D+E:..... \$ 216'761 usd**



**F.-** Herramental manual para 4 Platinas fabricado de materiales poliméricos con bordes periféricos de aluminio: **\$9'610 usd**

**TODOS LOS PRECIOS DE ESTA COTIZACION TENDRAN QUE SER AUMENTADOS EN UN 2 % Y SON PRECIOS VALIDOS UNICAMENTE X 3 DIAS HABILES. MISMO QUE PUDIERAN CAMBIAR DE NUEVO EN CASO DE QUE SUBAN MAS LOS PRECIOS DEL ACERO.**

## Anexo 2

Quotation 311141/02/01 Rev.2-

**KraussMaffei**  
Pioneering Plastics

### Price sheet

Pos.	Pcs.	Description	Price in EUR
1	1	Wet side (Dosing unit)	Incl.
1.1	1	Rim Star Smart 40/40	
2	1	Assembling, commissioning and technical instruction	Incl.
3	1	Transport and Packaging - CIF , Ecuador Seaport	Incl.

**Total price (without options)** **127.430,00**  
VAT not included

**Special discount -Total price (without options)** **110.000,00**  
VAT not included

**Additional-Special discount –Final Total price (without options)** **103.000,00**

**Additional-Special discount –Final Total price (without options)** **100.000,00**  
VAT not included

**→ 2 machines at the same time (PO) 98.000 eur each:  
(without options): 196.000€ EUR/for both machines**



## Anexo 4

No	Parts & Description	Q'ty	Price (RMB)
<b>A. Roll Forming Line</b>			
1	Coil Car and Uncoiler for Upper and Lower (Max. 10 ton) - Hydraulic type	2 sets	385,000
2	<b>3 sets machines for Top and Bottom</b> - Pinch roll/ Shearing - Protect film coating device for Top & Bottom facing. - 2 sets grooving rolls (Micro and Wide) for Top & Bottom	2 sets	385,000
3	<b>Top Roll Forming machine for Visible Fixation</b> - Width adjustable type (1,027-1040 mm)	1 unit	308,000
<b>Bottom Roll Forming machines</b>			
4	- Concealed Fixation (1,040mm)	1 set	385,000
	- Visible Fixation (1,040mm)	1 set	308,000
	- Roof panel 1	1 set	Customer have
	- Roof panel 2	1 set	Customer have
<b>"A" Sub Total Amount</b>		<b>RMB 1,771,000</b>	
<b>Total Amount (EXW Factory) : RMB 1,771,000</b>			



## ANEXO 5

## Costo de mantenimiento de máquinas



## COTIZACION

ELECTRO HIDRAULICA DEL PACIFICO S.A.

R.U.C.: 0992959118001

COTIZACIÓN: 73

Guayaquil, 10/07/2023 00:00:00

CLIENTE: MIGUEL VALAREZO TUMBACO

REFERENCIA: MANTENIMIENTO DE MAQUINA INYECTORA

ATENCIÓN:

Distinguido cliente, tenemos el agrado de cotizarle los equipos y elementos de sistemas industriales solicitados, es un placer poner nuestra compañía a su servicio.

Sec.	Unidad	Producto	Cantidad	Costo	% Dcto	Descuento	Subtotal
1	UNI	SERVICIO MAQUINA INYECTOR DE POLIURETANO	1	1480.0000	0.00	0.00	1,480.00
2	UNI	SERVICIO PRENSA DE INYECTADO	1	2108.5000	0.00	0.00	2,108.50
3	UNI	SERVICIO ROLL FORMING	1	1856.8900	0.00	0.00	1,856.89
4	UNI	SERVICIO MONTACARGA ELECTRICO 1.5TN	1	1200.0000	0.00	0.00	1,200.00
5	UNI	SERVICIO SISTEMA DE CORTE DE PANEL INYECTADO	1	580.2100	0.00	0.00	580.21
<b>Subtotal Neto:</b>				<b>Valor IVA:</b>	<b>Neto a Pagar:</b>		
7,225.60				867.07	8,092.67		

CONDICION DE PAGO: CREDITO

TIEMPO DE ENTREGA:

OBSERVACIONES:

VALIDEZ DE LA OFERTA:

Ing. Bayron Vergara

ASESOR TECNICO COMERCIAL

0983510117

b.vergara@hidraulicapacifico.com

## ANEXO 6

Proforma marca Syntesia

PRODUCTO	ENVASES	KGS	CANTIDAD KG TOTAL	PRECIO U. USD	TOTAL
ISOCIANATO H-25C	40	250	10,000	3.15 USD	31,500.00 USD
POLIOL 7727-X	39	225	8,775	4.40 USD	38,610.00 USD
SEPARADORES DE 30MM	18000	UN		0.02 USD	378.00 USD
SEPARADORES DE 50MM	5000	UN		0.023 USD	115.00 USD
Envase	18079				
Pallets	20				
Peso Neto:	18,775				
<b>TOTAL CIF</b>					<b>70,603.00 USD</b>
<b>GUAYAQUIL ECUADOR</b>					

Proforma marca Huntsman

### **OFERTA**

**SISTEMA RÍGIDO PUR. (PANELES).**

<u><b>PRODUCTO</b></u>	<u><b>PRESENTACION</b></u>	<u><b>CANTIDAD</b></u>	<u><b>PRECIO UNITARIO</b></u>
RUBITHERM LP 19700 <b>(R-365)</b>	Tambor x 220 Kg.	8.000 Kg.	USD 6,80/Kg.
RUBINATE 5005	Tambor x 250 Kg.	8.000 Kg.	USD 5,50/Kg.

**Nota:** A los precios antes mencionados se debe incluir el IVA.

N/A. NO APLICA.

MARCA : HUNTSMAN POLYURETHANES USA  
 PROCEDENCIA : ESTADOS UNIDOS – COLOMBIA.  
 ENTREGA : 4 SEMANAS, LUEGO DE RECIBIR O/C.  
 CREDITO : 30 DIAS  
 VALIDEZ DE LA OFERTA : VIGENTE HASTA NUEVO AVISO.

Confiamos que ésta oferta sea de su interés y nos veamos favorecidos con sus pedidos, siempre es grato suscribirme de ustedes.

## ANEXO 7

### Costo de la energía eléctrica

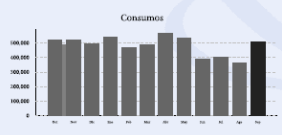
Plan/Geocódigo:	93	98-81-001-0005	Tarifa:	927-Ind.Demanda reg. 4 horarios(Alta Tension)	
Provincia - Cantón - Parroquia:	Guayas - Guayaquil - Pascuales U				
Dirección notificación:	Domicilio		Geocódigo postal:		
Ejecutivo de cuenta:	GLADYS ARACELY ABARCA PULGAR				
	Telfs: 2800277/2796986/2758083 ext: 000000				
	e-mail:				


**1. FACTURACIÓN SERVICIO ELÉCTRICO Y ALUMBRADO PÚBLICO**

Medidor:	19695122-ELS	Desde:	01/09/2022	Hasta:	01/10/2022	Días Facturados:	30	Tipo Consumo:	Leido	Constante:	1.00
Factor de multiplicación:	7000.00	Factor Corrección:	0.76	Factor Potencia:	0.95	Penalización FP:	0				


<b>1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG</b>	
VALOR CONSUMO	36414.00
DEMANDA	5032.72
COMERCIALIZACION	1.41
<b>SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE):</b>	<b>41448.13</b>
SERV. ALUMBRADO PUB.	1522.07
<b>SUBTOTAL ALUMBRADO PÚBLICO (AP):</b>	<b>1522.07</b>
<b>1.2 OTROS PAGOS SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG</b>	
I.V.A. (0%)	0.00
<b>SUBTOTAL OTROS:</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL SE Y AP Y OTROS (1):</b>	<b>42970.20</b>

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
Activa 08h00 - 18h00 (L-V) 08	1176.00	1145.00	217000	kWh	18162.9
Activa 18h00 - 22h00 (L-V) 18	368.00	359.00	63000	kWh	6092.1
Activa 22h00 - 08h00 (L-V)* 2	1384.00	1351.00	231000	kWh	11573.1
Activa 18h00 - 22h00 (S-D-F)	64.00	63.00	7000	kWh	585.9
Reactiva 00h - 24h (L-D)	1064.00	1039.00	175000	kVArh	
Demanda 08h00 - 18h00 (L-V) 0	0.22		1505	kW	
Demanda 18h00 - 22h00 (L-V) 1	0.18		1239	kW	
Demanda 22h00 - 18h00 (L-V)*	0.20		1400	kW	
Demanda 18h00 - 22h00 (S-D-F)	0.11		770	kW	
Maxima			1505	kW	
Demanda Cliente			1505	kW	





<b>SUBSIDIOS DEL GOBIERNO</b>	
Tarifa Eléctrica	0.00
<b>TOTAL:</b>	<b>0</b>



**2. VALORES PENDIENTES**

CONCEPTO	VALOR
<b>TOTAL VALORES PENDIENTES (2):</b>	<b>0.00</b>

**3. RECAUDACION TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO - PLANES DE FINANCIAMIENTO**

ESTOS VALORES NO FORMAN PARTE DE LOS INGRESOS DE LA EMPRESA ELÉCTRICA

CONCEPTO	SUSTENTO LEGAL	VALOR
<b>RECAUDACIONES TERCEROS SECTOR ELÉCTRICO (3)</b>		<b>0.00</b>

<b>TOTAL</b>	
Servicio Eléctrico y Alumbrado Público (1):	42970.20
Valores Pendientes (2):	0.00
Recaudación Terceros Servicio Eléctrico (3):	0.00
<b>TOTAL SECTOR ELÉCTRICO (A) (1 + 2 + 3):</b>	<b>42970.20</b>