

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas**

Proyecto de mejora de procesos en la producción de madera plástica  
reciclada de Madera Verde Ecuador

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

### **Ingeniería en Negocios Internacionales**

Presentado por:

Emily Jamilet Camacho Montaña

Antonio Andrés Trujillo Suárez-Bango

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

¿Quién como Dios? Agradezco a Dios y a la Virgencita por todos estos años de carrea. A mi mami por su súper apoyo y amor incondicional, a mi papi por ser mi fuente de inspiración y mi mentor, a Ebby y a Cindy por ser las mejores amigas. Le agradezco a Antonio, Yamel y Majito por su amistad y apoyo durante mi carrera universitaria. A ESPOL por todos las experiencias y conocimientos. Les dedico este proyecto a mis abuelos.

Emily J. Camacho M.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero y antes que todo, dar gracias a Dios, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Esta Tesis de Grado no hubiese sido posible sin la ayuda desinteresada de todas y cada una de las personas que me acompañaron durante mi estancia en la ESPOL. A mi mamá y a mi hermana, quienes han sido mi soporte en todo momento, a mi compañera Emily quien su invaluable amistad fue un pilar durante mis estudios universitarios, y a todos quienes me orientaron al correcto desarrollo y culminación con éxito de este trabajo para la obtención del título de Ingeniero en Negocios Internacionales, de la Escuela Superior del Litoral.

Antonio A. Trujillo S-B

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, menos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Antonio Trujillo, Emily Camacho* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Emily J. Camacho



Antonio A. Trujillo

## EVALUADORES



PhD. Víctor Hugo Gonzalez

PROFESOR DE LA MATERIA



PhD. Víctor Hugo Gonzalez

Tutor

## RESUMEN

El emprendimiento Madera Verde Ecuador, que se dedica a la fabricación de madera plástica 100% reciclada, presenta problemas para cumplir con los plazos de entrega establecidos. El objetivo del presente trabajo es encontrar las falencias y proponer mejoras en el proceso productivo. Se cree que el problema se encuentra en la capacidad productiva de la planta y el uso ineficaz del área de trabajo disponible. El problema debe ser resuelto para que la compañía pueda abastecer la cantidad demandada de sus clientes dentro de los plazos establecidos.

La metodología de desperdicios de manufactura ayudó a reconocer los diferentes tipos de desperdicios que el proceso productivo tenía, entre ellos, productos defectuosos, sobre-procesamiento y desperdicios de movimiento. Mediante la metodología de Value Stream Mapping se analizaron los procesos productivos actuales de la compañía y se realizó un mapeo de dichos procesos donde se encontraron redundancias y falencias que luego fueron corregidos al realizar el mapeo futuro propuesto.

Se realizaron propuestas de mejoras de procesos y tecnologías, al sugerir el cambio del proceso de extrusión por moldeo por un proceso de extrusión continuo. Se realizó un análisis económico que demostró que son económicamente factibles las propuestas planteadas y representaron un incremento en las ganancias de la compañía.

Se pasó de producir una tabla de madera plástica de 13 minutos aproximadamente a tan solo 3 minutos. Al seguir los lineamientos del VSM futuro el proceso productivo mejoro su capacidad productiva en un 200% y se recortaron los tiempos de entrega en un 65%.

**Palabras Clave:** Value Stream Mapping, Madera Plástica, Desperdicios, Mejora de Procesos.

## **ABSTRACT**

*The Madera Verde Ecuador venture, which is dedicated to the manufacture of 100% recycled plastic wood, has some problems to meet the established delivery deadlines. The objective of this paper is to find the shortcomings and propose improvements in the production process. It is believed that the problem lies in the productive capacity of the plant and the inefficient use of the available work area. The problem must be solved so that the company can supply the quantity demanded of its customers within the established deadlines.*

*The methodology of manufacturing waste helped to recognize the different types of waste that the production process had, among them, defective products, over-processing and movement waste. The current production processes of the company were analyzed using the Value Stream Mapping methodology and a mapping of these processes was performed, where redundancies and shortcomings were found and then corrected when performing the proposed future mapping.*

*Proposals for improvements in processes and technologies were made, by suggesting the change of the extrusion process by molding by a continuous extrusion process. An economic analysis was carried out that showed that the proposed proposals are economically feasible and represented an increase in the company's profits.*

*It went from producing a plastic wood board of approximately 13 minutes to only 3 minutes. Following the guidelines of the future VSM the production process improved its production capacity by 200% and delivery times were cut by 65%.*

**Keywords:** *Value Stream Mapping, Plastic Wood, Waste, Process Improvement.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	VI
SIMBOLOGÍA .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	IX
CAPÍTULO 1 .....	10
1.    Introducción.....	10
1.1    Descripción del problema .....	11
1.2    Justificación del problema.....	12
1.3    Objetivos.....	13
1.3.1    Objetivo General .....	13
1.3.2    Objetivos Específicos .....	13
1.4    Marco teórico .....	14
CAPÍTULO 2 .....	18
2.    Metodología .....	18
2.1    Metodología para alcanzar el objetivo general propuesto .....	18
2.2    Análisis FODA .....	19
2.3    Análisis de Misión y Visión.....	19
2.4    Metodología de desperdicios de manufactura .....	20
2.4.1    Desperdicio de productos defectuosos .....	21
2.4.2    Desperdicio de exceso de procesos o sobre-procesamiento .....	21
2.4.3    Desperdicio de inventario .....	21

2.4.4	Desperdicio de tiempo de espera.....	21
2.4.5	Desperdicio de movimientos .....	22
2.4.6	Desperdicio por sobreproducción.....	22
2.4.7	Desperdicio de transporte .....	22
2.5	Metodologías de innovación .....	22
2.5.1	TRIZ .....	22
2.5.2	Design Thinking.....	23
2.5.3	Six Sigma .....	23
2.5.4	Lean Manufacturing.....	23
2.6	Value Stream Mapping .....	24
2.6.1	Pasos para realizar en modelo VSM .....	25
2.6.2	Flujo de Producción.....	26
2.6.3	Flujo de Información.....	26
2.6.4	Tipos de mapas.....	26
b)	Mapa Futuro .....	27
2.7	Diagrama SIPOC .....	30
2.8	Análisis de Layout.....	30
2.9	Técnica de Grupo Focal.....	31
CAPÍTULO 3.....		33
3.	Análisis Organizacional .....	33
3.1	Descripción de la industria.....	33
3.2	Antecedentes de la empresa .....	34
3.3	Descripción del producto .....	35
3.4	Análisis FODA .....	35
3.5	Visión y Misión.....	36
3.6	Estructura organizacional .....	37

3.7	Desperdicios de Manufactura Lean en Madera Verde Ecuador .....	38
3.7.1	Desperdicio De Procesos O Sobre-procesamiento .....	38
3.7.2	Desperdicio De Defectuosos.....	38
3.7.3	Desperdicio De Movimiento .....	39
3.8	Actividades Por Procesos .....	39
3.9	Diagrama SIPOC .....	41
3.10	Aplicación De Modelo VSM .....	42
3.10.1	Familia De Productos .....	42
3.10.2	Descripción De Turnos.....	45
3.10.3	Descripción de la planta - Layout actual.....	45
3.11	Plantilla De Trabajos.....	47
3.11.1	Grafica de VSM actual .....	48
3.11.2	Descripción De Los Procesos Producción .....	50
3.12	Análisis Cuantitativo De Costos.....	52
3.13	Propuesta de mejoras.....	54
3.14	Plantilla de trabajo propuesta .....	60
3.15	VSM futuro.....	61
3.15.1	FACTORES CRITICOS.....	63
CAPÍTULO 4.....		69
4.	Conclusiones Y RECOMENDACIONES .....	69
BIBLIOGRAFÍA.....		71
ANEXOS.....		73

## **ABREVIATURAS**

ESPOL - Escuela Superior Politécnica del Litoral

MVE - Madera Verde Ecuador

PET - Polyethylene terephthalate en sus siglas en inglés o tereftalato de polietileno

VSM - Value Stream Mapping en sus siglas en inglés o Mapeo de flujo de Valor

CIPP - Centro de Investigación en Procesamiento de Polímeros

FODA - Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas

TRIZ - acrónimo ruso que significa Teoría para resolver problemas de Inventiva

SIPOC - llamado así por ser un acrónimo de las palabras en inglés supplier, inputs, process, outputs and customers

MPD - materia prima directa

MOD - mano de obra directa

FOB - free on board

ROI - return on investment

## **SIMBOLOGÍA**

MIN - minutos

Seg - segundos

Kg - kilogramos

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa de metodologías .....	18
Figura 2.2 Simbología VSM Flujo de Material.....	28
Figura 2.3 Simbología iconos generales.....	29
Figura 2.4 Simbología iconos de información .....	29
Figura 3.1 Logo de Madera Verde Ecuador.....	34
Figura 3.2 Análisis FODA Madera Verde Ecuador.....	36
Figura 3.3 Organigrama de la empresa Madera Verde Ecuador .....	37
Figura 3.4 Flujo de procesos Madera Verde Ecuador.....	41
Figura 3.5 Diagrama de fabricación de madera plástica.....	42
Figura 3.6 Diagrama de dispersión .....	44
Figura 3.7 Layout actual del piso de planta de Madera Verde Ecuador.....	46
Figura 3.8 VSM actual de Madera Verde Ecuador.....	48
Figura 3.9 Takt Time vs. Procesos .....	50
Figura 3.10 VSM futuro de Madera Verde Ecuador .....	61
Figura 3.11 Takt time vs. procesos .....	63
Figura 3.12 Comparación de Plazos de entrega.....	64
Figura 3.13 Comparación de tiempos de valor agregado .....	65
Figura 3.14 Comparación de capacidad de producción.....	66
Figura 3.15 Comparación Económica.....	67
Figura 3.16 Layout propuesto del piso de planta de Madera Verde Ecuador .....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Cuadro comparativo entre metodología para identificar los problemas y metodologías de innovación .....	24
Tabla 3.1 Matriz Ingresos vs Demanda (Año 2018).....	43
Tabla 3.2 Plantilla de trabajo Madera Verde Ecuador.....	47
Tabla 3.3 Actividades que agregan valor.....	49
Tabla 3.4 Actividades que no agregan valor.....	49
Tabla 3.5 Tabla de costos semanales en materia prima directa.....	52
Tabla 3.6 Tabla de costos semanales por mano de obra directa.....	53
Tabla 3.7 Tabla de costos indirectos semanales.....	53
Tabla 3.8 Estructura de costos semanales.....	53
Tabla 3.9 Vialidad de Propuestas a largo plazo.....	55
Tabla 3.10 Vialidad de Propuestas a corto plazo.....	58
Tabla 3.11 Propuestas de mejoras en tiempo y dinero.....	59
Tabla 3.12 VSM futuro de Madera Verde Ecuador.....	60
Tabla 3.13 Actividades que agregan valor.....	62
Tabla 3.14 Actividades que no agregan valor.....	62
Tabla 3.15 Factores críticos.....	63
Tabla 3.16 Ventas según VSM actual.....	66
Tabla 3.17 Ventas según VSM futuro.....	66
Tabla 3.18 Retorno de la Inversión.....	67

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ecuador con el pasar de los años ha incrementado el total de las importaciones de desechos plásticos con fines de reciclaje. Se importó alrededor de \$1'330.000,00 y \$3'600.000,00 de desechos plásticos en 2017 y 2018 respectivamente. (Cámara de Industrias de Guayaquil, 2018). El plástico reciclado es el compuesto principal de los productos de la compañía Madera Verde Ecuador, la cual se dedica a producir y comercializar madera plástica en la Ciudad de Guayaquil.

La madera plástica es un producto fabricado con materia prima 100% reciclada. Dicho producto tiene las mismas características de la madera tradicional, tanto en utilidades como en de manipulación y estética. La madera verde no requiere mantenimiento continuo ya que esta no se desgasta, no se apolilla y no pierde su color al estar expuesta a los elementos como sí lo hace la madera natural. (Madera Verde Ecuador, 2018)

En general la madera plástica es un producto extraordinario donde sus ventajas sobrepasan a las desventajas teniendo en cuenta su durabilidad y sustentabilidad. Un metro cuadrado de madera plástica puede estar compuesto de alrededor de 700 botellas plásticas o 7.000 fundas plásticas y puede durar aproximadamente hasta 100 años. (Madera Verde Ecuador, 2018)

En la actualidad la empresa Madera Verde Ecuador compite arduamente en calidad y precios con las demás compañías que operan en la ciudad de Guayaquil. Entre ellas comparten un mercado que se encuentra en auge, de la mano con las medidas sustentables y sostenibles que exigen actualmente. Sin embargo, a pesar de este aumento de demanda, la empresa Madera verde ecuador falla en las entregas a tiempo en el 37% de sus pedidos en los últimos

dos años, con clientes que exigen menores tiempos de espera ha perdido la credibilidad de muchos de estos.

La empresa necesita mejorar su productividad manejando eficientemente los costos, recursos y tiempo necesitados desde la recepción de la orden hasta la entrega de esta. El presente trabajo busca proponer investigar los procesos de producción de madera plástica, e implementar a través de la metodología Lean Manufacturing y el modelo de mapeo de flujo de valor, o Value Stream Mapping (VSM) por sus siglas en inglés, proponer mejoras en los procesos de producción que le permitan alcanzar a producir la demanda estimada, reduciendo los desperdicios de manufactura que existan en la actualidad.

### **1.1 Descripción del problema**

En la actualidad la ciudad de Guayaquil se enfrenta a un gran problema ambiental: el creciente exceso de desechos plásticos de un solo uso. El producto que ofrece la compañía Madera Verde Ecuador puede ser la solución en la lucha contra la contaminación excesiva y el manejo responsable de desechos plásticos.

Esta empresa produce y comercializa tablas de diferentes medidas con plástico reciclado, las cuales se usan para reemplazar todo lo que se produce en madera, siendo una idea amigable con el medioambiente, en la actualidad la empresa ha aumentado su cartera de clientes dado las políticas ambientales y la tendencia al uso responsable de los recursos naturales.

Sin embargo, este aumento en la cartera de clientes ha causado diferentes embotellamientos en la gestión de ventas, provocando retrasos en la entrega de pedidos, estos problemas han sido repetitivos en los últimos 6 meses y afecta directamente a la credibilidad y fidelización de los clientes.

La planeación de producción lo realiza un ingeniero industrial en la empresa, sin embargo, nunca ha existido un mapa de procesos o definición de los procesos

más importantes de la cadena de valor, por esta razón la empresa no ha logrado identificar cuál es la parte de la cadena que está causando retrasos en los pedidos actuales.

## **1.2 Justificación del problema**

Ante el crecimiento acelerado de la demanda de madera plástica en el país, gracias a las nuevas políticas ambientales y la tendencia al uso responsable de los recursos naturales por los consumidores, el proceso productivo de la empresa Madera Verde Ecuador ha presentado inconvenientes en su cadena de valor.

Se propone analizar el proceso productivo actual de la empresa Madera Verde Ecuador y, mediante el uso de las herramientas necesarias, determinar los procesos claves en la cadena de valor con la finalidad de realizar los cambios que sean necesarios para lograr optimizar suministros, tiempo y recursos.

La meta de la compañía Madera Verde Ecuador es ofrecer productos 100% reciclados que duren toda la vida y esto se puede lograr garantizando la calidad de sus productos y servicios, desde la obtención de la materia prima hasta que se realice el servicio post venta a los clientes.

Basado en los siete desperdicios de manufactura se puede identificar y corregir los pasos que no están agregando valor al momento de producir madera plástica y sin embargo retrasan la cadena de suministros. En Madera Verde Ecuador, se han identificado el desperdicio en productos defectuosos, tablas que salen de un molde con deformidad o en medidas diferentes a las establecidas.

Existe también desperdicios de sobre procesamiento, siendo uno de que más se ven durante todo el proceso de producción, la planta que tiene la empresa no tiene suficientes procesos automatizados y se realizan trabajos de más.

El último desperdicio identificado es el de movimientos, dado la ubicación de la maquinaria, los trabajadores trasladan los materiales tantas veces que generan este desperdicio al final del día.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar un sistema de gestión por procesos de la producción de madera plástica reciclada, de la empresa Madera Verde Ecuador, que permitirá optimizar recursos para alcanzar sus estrategias comerciales.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar la situación actual en la que se encuentra la empresa
2. Describir los procesos de producción
3. Escoger una metodología de mejora continua
4. Trazar un mapa de flujo de valor actual
5. Calcular indicadores de tiempo para cumplir con los periodos de entrega establecidos
6. Recomendar un mapeo de flujo de valor futuro que solucione el problema existente

#### **1.4 Marco teórico**

Según el artículo científico titulado “Madera Plástica Con PET De Post Consumo Y Paja De Trigo” en la región se genera una problemática en la reutilización de materiales como botellas plásticas y otros plásticos de un solo uso como sorbetes o fundas, es una realidad en nuestra región y representa una necesidad el desperdicio responsable de dichos desechos. (García, Amado, Casados, & Brito, 2013)

En una investigación realizada por el Centro de Investigación en Procesamiento de Polímeros (CIPP) de la Universidad de Los Andes, se logró implementar procesos productivos que aprovechen los desechos inorgánicos de la comunidad usándolos para refuerzo de materiales plásticos para reemplazar a la madera natural en algunos de sus usos. (Delgado & Medina, 2003) Esto marca un precedente importante al reconocer la necesidad que existe y la gran oportunidad que significa producir este tipo de productos en nuestro medio teniendo en cuenta que solo la Unión Europea tuvo una producción de 260.000 toneladas anuales en el año 2015, estando por debajo de Estados Unidos con una producción de 1´100.000 de toneladas anuales. (Quintero, 2015)

Otro estudio realizado en el 2018 por Irina Turkua, Timo Kärkia y Ari Puurtinen titulado “Durability of wood plastic composites manufactured from recycled plastic” pone a prueba la durabilidad de la madera plástica versus la madera tradicional al exponerla a rayos UV de alta concentración simulando años de exposición al sol y al exponerla a temperaturas muy bajas por largos periodos simulando un clima frío. En ambos experimentos se destaca el daño extenso que adquiere la madera tradicional donde sufre decoloración y cambios drásticos en su composición física como grietas y hendiduras, mientras que la madera plástica presentó cambios casi imperceptibles. (Turkua, Kärkia, & Puurtinen, 2018)

“Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los tableros de madera plástica producidos en Cuba respecto a los tableros convencionales” es un estudio en el que se compara la madera plástica y la madera natural. Los resultados obtenidos

demuestran la tracción, flexión y compresión en los tableros de madera plástica son muy similares a los tableros de madera tradicional. Dadas sus propiedades, se considera que los tableros de madera plástica son capaces de substituir a los de madera natural en condiciones de intemperie. (Martinez, Fernandez, Alvarez, Garcia, & Martinez, 2014)

En los estudios previos ha sido determinado que la madera plástica es un producto beneficioso para el medio ambiente y para la población, debido a que para su fabricación se emplean materiales reciclados y el producto terminado es un excelente reemplazo para la madera natural ya que posee las mismas características del producto que busca substituir. En un artículo escrito por Erick Orozco y Jorge Cervera titulado “Diseño y Distribución de Instalaciones Industriales Apoyado en el Uso de la Simulación de Procesos” los autores indican que el diseño del proceso actúa como un marco de referencia en el que se definen los estándares del proceso.

Las compañías que operan a nivel mundial y que cuentan con plantas de alta tecnología han optado por incluir, dentro de su planeación estratégica a la correcta asignación del espacio físico para sus operaciones. Los procesos de planificación y diseño deben basarse rigurosamente en aquello que se quiere representar. Esto impacta directamente en la competitividad de del mercado porque el diseño de procesos determinara tiempos de producción, costos, etc. (Orozco & Cervera, 2013)

La herramienta Lean Manufacturing es la base para realizar un diagnóstico a un sistema de producción. Identifica y cuantifica sobreproducción, tiempos de espera, transporte, movimientos y procesos repetitivos que no están generando valor al producto, permitiendo el análisis de las actividades de toda la cadena productiva, tal como se explica en el artículo “Desarrollo E Implementación De La Herramienta V.S.M. (Value Stream Map) Usando “Idef0”, Para La División Producción De La Industria Licorera Del Cauca”. La industria del plástico no es ninguna extraña a la mejora de procesos utilizando la filosofía de mejora continua de manufactura Lean. Como se puede apreciar en la publicación “Lean Manufacturing Implementation in a

Plastic Molding Industry”, los autores demuestran que al hacer un mapeo actual de los procesos de la compañía que está bajo análisis se puede encontrar oportunidades de mejora y diseñar un mapa actualizado que se enfoque en mejorar el proceso actual. [1]

Otro ejemplo de implementación de manufactura Lean de mejora continua es la que se observa en artículo científico titulado “Implementation of Lean Manufacturing in a Plastic Grain Manufacturing Company in India: A Case Study”. En el documento antes mencionado se puede apreciar el mapeo actual e incluso figura el mapeo propuesto con soluciones Kaizen, así mismo, existen comparaciones entre ambos mapeos, donde se señalan los parámetros a analizar y las principales diferencias. Para este caso específico se esperan mejorías de hasta el 50% de reducción de tiempo y un aumento de producción con tan solo unos ajustes. [2]

Si no se cuenta con la información necesaria, se deberá hacer un levantamiento de información del proceso productivo y se deberán medir y documentar los tiempos improductivos y las actividades diarias que no aportan a generar valor a la cadena productiva. Lo más importante en el Lean Manufacturing está en identificar oportunidades de mejora en toda la compañía a través del análisis de desperdicios. (Castro, Mendoza, & Segura, 2018)

Otro artículo relevante a nuestra investigación es el de “Modelo del Mapeo del flujo de valor – Value Stream Mapping (VSM) para la mejora de Procesos de Producción de empresa de Dulcería-Café”, el cual es una colaboración de varios autores, en el que se destaca la gran utilidad del modelo del mapeo del flujo de valor a la hora de diseñar un flujo de procesos y como ayuda a identificar las actividades que no aportan valor alguno al proceso. (González, Franco, García, Barcia, & Sabando, 2018) Mediante el uso de esta herramienta es posible realizar un plano en el cual comparamos la situación actual del proceso y la propuesta de los nuevos procesos con la intención de eliminar los desperdicios. Este tipo de modelo es ideal para ser

aplicado en la organización y así determinar los puntos críticos del proceso productivo de la madera plástica.

Como resultado del análisis de los artículos y tesis mencionadas con anterioridad es indiscutible que el producto que ofrece la compañía Madera Verde Ecuador es un producto de alta calidad capaz de substituir la madera natural tipo de trabajo que se la requiera. De igual manera los procesos productivos actuales de Madera Verde Ecuador pueden ser mejorados al determinarse sus desperdicios y deficiencias de procesos, y de esta forma optimizar sus recursos y maximizar su producción.

# CAPÍTULO 2

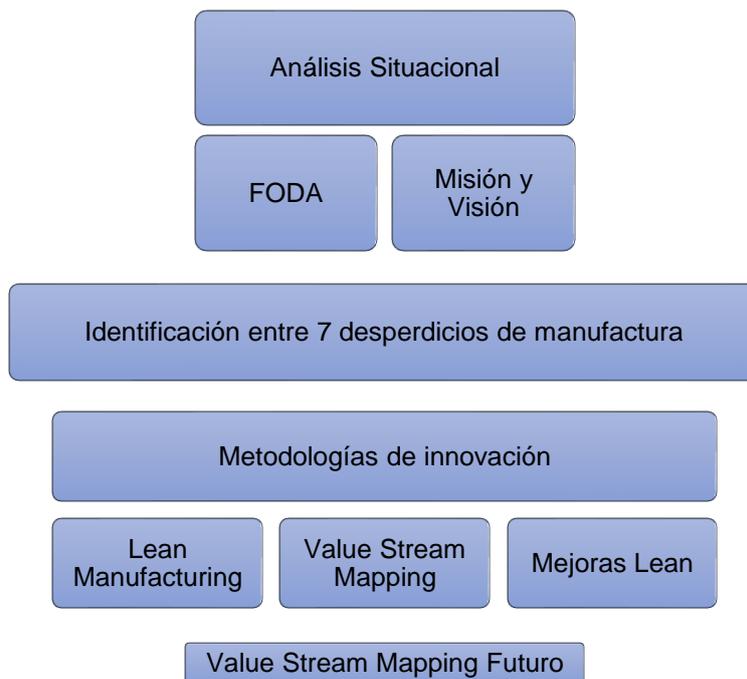
## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Metodología para alcanzar el objetivo general propuesto

Un sistema de gestión por procesos define las actividades de la empresa, el tiempo necesario para realizar cada actividad, reconoce los desperdicios a lo largo de la cadena de valores y finalmente se encarga de diseñar un mapeo de flujo de valor (VSM). El VSM es la solución de innovación Lean que mejor se aplica para el problema que se tiene de acuerdo con el tipo de industria en el que la organización se desarrolla. El VSM logra que sus problemas de producción y distribución de productos sean más eficientes.

Para crear el sistema de gestión por procesos es necesario iniciar con un análisis situacional y estratégico de la organización para tener en claro los recursos disponibles y los objetivos a largo plazo que la misma persigue.

**Figura 2.1 Mapa de metodologías**



Fuente: Los autores

## **2.2 Análisis FODA**

En cumplimiento con los objetivos 1

Por medio del análisis de FODA, inventado por el científico Heinz Weirich en 1982, el cual es un análisis donde se describen las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades que enfrenta la empresa analizada actualmente, se realizó una entrevista a la gerente de comercialización Ebby Montaña para identificar los factores internos que son conformados por las Fortalezas y Debilidades dentro de la matriz. Y para el análisis externo que describe las oportunidades y amenazas se realizó una investigación descriptiva del sector.

El análisis FODA es la herramienta estratégica por excelencia mas utilizada para conocer la situación actual de las organizaciones, de este análisis se crean variables controlables que son las internas y las incontrolables que son las externas, que deben ser tomadas en cuenta al momento de diseñar el sistema de gestión, dado que estas pueden restringir varias soluciones o ayudar a su implementación.

## **2.3 Análisis de Misión y Visión**

En cumplimiento del objetivo 1

Dentro del marco de análisis estratégico se encuentran los conceptos de misión y visión de una organización las cuales aparecen como resultado de los valores que existen en la sociedad, las tendencias económicas y políticas más relevantes. Por medio de una misión y visión establecida y compartida con todos los colaboradores de una entidad se promueve la cultura organizacional, sentido y compromiso a las labores que se realizan cotidianamente.

Lo ideal es que la misión sea una expresión escrita de las metas básicas, características, valores y filosofía que dan forma a la empresa. (Lusthaus, 2002). Por

otro lado, la visión es la mirada hacia el futuro y la que responde cuál es la dirección que la empresa tomará.

Madera Verde Ecuador ya tiene definidos ambos conceptos que serán de guía y medición de resultados luego de que sea implementado el presente sistema de gestión por procesos. Es importante realizar un organigrama de estructura organizacional la que permitirá identificar a las personas responsables de tomar decisiones a lo largo de cada proceso. “Toda empresa debe constar con una estructura organizacional que es la distribución formal de los empleados dentro de la misma la cual permita a los empleados realizar su trabajo con eficiencia y eficacia” [3]

## **2.4 Metodología de desperdicios de manufactura**

En cumplimiento con el objetivo 3 y 5

El problema que ha limitado a alcanzar estos objetivos organizacionales están ligados directamente a los procesos de producción de madera plástica reciclada, para esto se utilizará la metodología de desperdicios de manufactura, basado en el sistema de producción de Toyota que se aplicó inicialmente por el ingeniero japonés Taiichi Ohno, este método explica que se puede analizar alrededor de siete categorías donde se esconden los desperdicios de manufactura o mudas que en japonés significa despilfarro, desperdicios, residuos o inutilidad.

Esta metodología puede ser aplicada a diferentes tipos de organizaciones, ya sea que ofrezcan productos o servicios, es desde donde parte la implementación de un sistema de gestión por procesos. El desperdicio o muda hace referencia a los procesos o productos que no añaden valor, pero existen y se esconden como gastos operativos, sin embargo, con el respectivo análisis pueden ser reducidos y ahorrar

tiempo y dinero a la organización. Entre los tipos de desperdicios de manufactura que se deberá identificar se encuentran:

#### 2.4.1 Desperdicio de productos defectuosos

En esta categoría se tiene que identificar el material o los productos que no cumplieron con las medidas de calidad y hay que desecharlos, cada unidad de tablas defectuosas genera pérdidas económicas para la empresa, por esta razón es importante que sean identificadas y medibles.

#### 2.4.2 Desperdicio de exceso de procesos o sobre-procesamiento

Existen procesos que se realizan inapropiadamente, los cuales deben estar en constante revisión y evaluación para reducir los que no sean necesarios. “La optimización de los procesos y revisión constante del mismo es fundamental para reducir fases que pueden ser innecesarias al haber mejorado el proceso” [4].

#### 2.4.3 Desperdicio de inventario

Se debe identificar toda la producción que se almacenada como inventario por una cantidad indefinida de tiempo, este tipo de desperdicio crea gastos de almacenamiento y reducción de espacios que podrían ser utilizados para el mejor tránsito dentro de la planta.

#### 2.4.4 Desperdicio de tiempo de espera

En esta categoría están incluidos los momentos por los cuales se demora la cadena de suministros, los cuellos de botella, la espera existente entre un proceso y el otro. En muchas ocasiones al no estar definidas las actividades de cada empleado en coordinación con el tiempo esperado que debería tomarse para realizar dicha actividad, hay procesos que se concluyen antes que otros y el tiempo de sobra es el desperdicio observado.

#### 2.4.5 Desperdicio de movimientos

Similar al desperdicio de tiempos de espera, al identificarlo se puede reorganizar o reducir las distancias entre las maquinarias según cada línea de producción, en muchas ocasiones el desperdicio de movimientos ocasiona daños en la producción.

#### 2.4.6 Desperdicio por sobreproducción

Una de las razones por las que se da la sobreproducción es por tener una capacidad instalada de maquinaria que sobrepasa a la demanda esperada, o en otras ocasiones existe una proyección errónea de inventario, estos tienden a tener poca rotación y ocasionan gastos en producción innecesarios.

#### 2.4.7 Desperdicio de transporte

La ubicación de las maquinarias y la forma en la que se deberían desplazar los empleados a la hora de producir debe tener un orden que permita reducir la cantidad de transporte que se desperdicia ya sea dentro o fuera de la empresa. Este transporte de mercadería afecta directamente a gastos en mano de obra, combustible y equipos en muchos casos.

### **2.5 Metodologías de innovación**

En cumplimiento con el objetivo 4 y 7

Luego de identificar cada desperdicio existente en la empresa Madera Verde Ecuador se distribuirá en cada categoría para evaluar que metodología de innovación beneficia la mayoría de los desperdicios. Entre las metodologías mas relevantes y utilizadas en las industrias actualmente se encuentran las siguientes:

#### 2.5.1 TRIZ

Por sus siglas en ruso que significan “Teoría para resolver problemas de Inventiva”, la cual se desarrolla por medio de un algoritmo, creado por Genrich

Altshuller, se desarrolla directamente con datos y análisis matemáticos, dejando de lado la observación y la intuición. Se evalúan puntos de bloques y potenciales soluciones, modificando desde los diseños técnicos de producción, tecnología y procesos. Obteniendo como solución nuevos productos dispuestos a ser patentados.

### 2.5.2 Design Thinking

El pensamiento del diseño es una metodología más sencilla que requiere mayor creatividad y trabajo en equipo de parte de todo el personal de la organización, esta metodología busca definir problemas y crear productos que sean solución a los problemas existentes de los posibles clientes, los cuales son el factor más importante del diseño. Es utilizado generalmente en empresas nuevas que están en la búsqueda de lanzamiento de nuevos productos, modificar los anteriores de manera que aumente la demanda existente o la fidelidad de los clientes.

### 2.5.3 Six Sigma

Es el método de innovación continua que tiene como fin obtener los niveles más altos de calidad teniendo como estándares análisis estadísticos, se realiza con la ayuda de información histórica, mapa de flujo de valores cuantificados, hipótesis y constantes simulaciones, requiere una inversión de capital para realizarse de la manera más objetiva y eficiente posible.

### 2.5.4 Lean Manufacturing

Conocido también como manufactura esbelta en español, o sistema de producción de Toyota dado a sus creadores iniciales es una de las metodologías de innovación en la producción más exitosas de la historia, la cual necesita de observación, medición y control de los desperdicios dentro de los procesos de producción.

Lean manufacturing se puede aplicar sin importa el tamaño de la empresa, por medio de ella se puede diseñar o rediseñar todo tipo de procesos para lograr reducir los desperdicios y aumentar la rentabilidad.

Para identificar los problemas de la empresa se usará la información sobre los siete desperdicios de manufactura y la propuesta de diseño de procesos se realizará según el método de innovación que logre mejorar la mayor cantidad de desperdicios de manufactura, los cuales se detallan en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 2.1 Cuadro comparativo entre metodología para identificar los problemas y metodologías de innovación**

Desperdicios de Manufacturas	Metodologías para innovación de procesos			
	TRIZ	Design Thinking	Six Sigma	Lean Manufacturing
Productos defectuosos	x	x	x	x
Excesos de procesos			x	x
Inventario	x	x		x
Tiempo de espera	x		x	x
Movimientos				x
Sobreproducción	x		x	x
Transporte				x

Fuente: Los Autores

## 2.6 Value Stream Mapping

En cumplimiento con los objetivos 1 y 7

El desarrollo de la metodología de Lean Manufacturing para Madera Verde Ecuador, será por medio del modelo de mapeo del flujo de valor por sus siglas en inglés, (VSM). **Value Stream Mapping es una** herramienta grafica de indicar los pasos de la cadena de valor, tiempos, información y forma de realizar cada uno de los procesos de la organización desde la recepción de pedidos hasta la entrega al cliente final, por medio de estos mapas se describe claramente la forma de realizar cada proceso, esta

herramienta ayuda a tener claridad y orden en las actividades que deben de realizar diariamente, las personas que están encargadas de controlarlas y se modifica al pasar de los años para lograr reducir los desperdicios existentes dentro de la cadena de valores.

### **2.6.1 Pasos para realizar en modelo VSM**

#### **a) Etapa 1**

En la primera etapa de la elaboración del modelo VSM se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones antes de iniciar la elaboración del gráfico:

- Recorrer de principio a fin el proceso de producción y cuestionar cada una de las etapas de producción
- Agrupar según los criterios correspondientes
- Limitar el mapa a una sola familia de productos

#### **b) Etapa 2**

En la segunda ya empieza la fase de elaboración de las representaciones de la forma de operar de la empresa. La información que se ubica en este grafico se la obtiene por medio de la observación y cronometraje desde el inicio hasta el fin del proceso productivo.

- Se empieza por el cálculo del takt time y de información necesaria como demanda, producción diaria, tiempos, frecuencias, niveles de inventario, etc.
- Se debe hacer un bosquejo del grafico en el cual se identifiquen clientes, proveedores y control de producción.
- Se deberá en este paso graficar los procesos en el flujo de producción y se debe hacer énfasis en el flujo de material. Gráficamente se incluyen las cajas de procesos y cajas de datos donde se refleja que es lo que entra y que es lo que sale de cada proceso.

- Entre las cajas de procesos ubicar los datos de inventario y tiempo de espera.
- Agregar datos de tiempo, turnos al día y tiempo disponible
- Dibujar la transmisión de información según corresponda entre control de producción y los diferentes procesos y/o entre clientes y proveedores.
- Agregar la línea de tiempo en la parte inferior del gráfico donde se reflejen los tiempos que agregan valor al producto y los que no. Finalmente, con ayuda de dichos tiempos se calcula el tiempo total de producción y la eficiencia del proceso productivo.
- Agregar información adicional que sea pertinente en el proceso productivo.

#### 2.6.2 Flujo de Producción

Evidencia el movimiento de los suministros y materias primas a lo largo de la fábrica.

#### 2.6.3 Flujo de Información

Muestra que es lo que se debe realizar en cada instancia del proceso y/o que se realizara en el siguiente paso.

#### 2.6.4 Tipos de mapas

##### a) Mapa Actual

El mapa actual es un reporte que refleja los procedimientos que se realizan durante el proceso de producción actual y es utilizado como un apoyo para determinar excesos en el proceso. El mapa muestra información pertinente en cada proceso como nivel de capacidad, inventario y disponibilidad. El mapa actual suministra la información de los procesos a quienes intervienen en el proceso productivo.

## b) Mapa Futuro

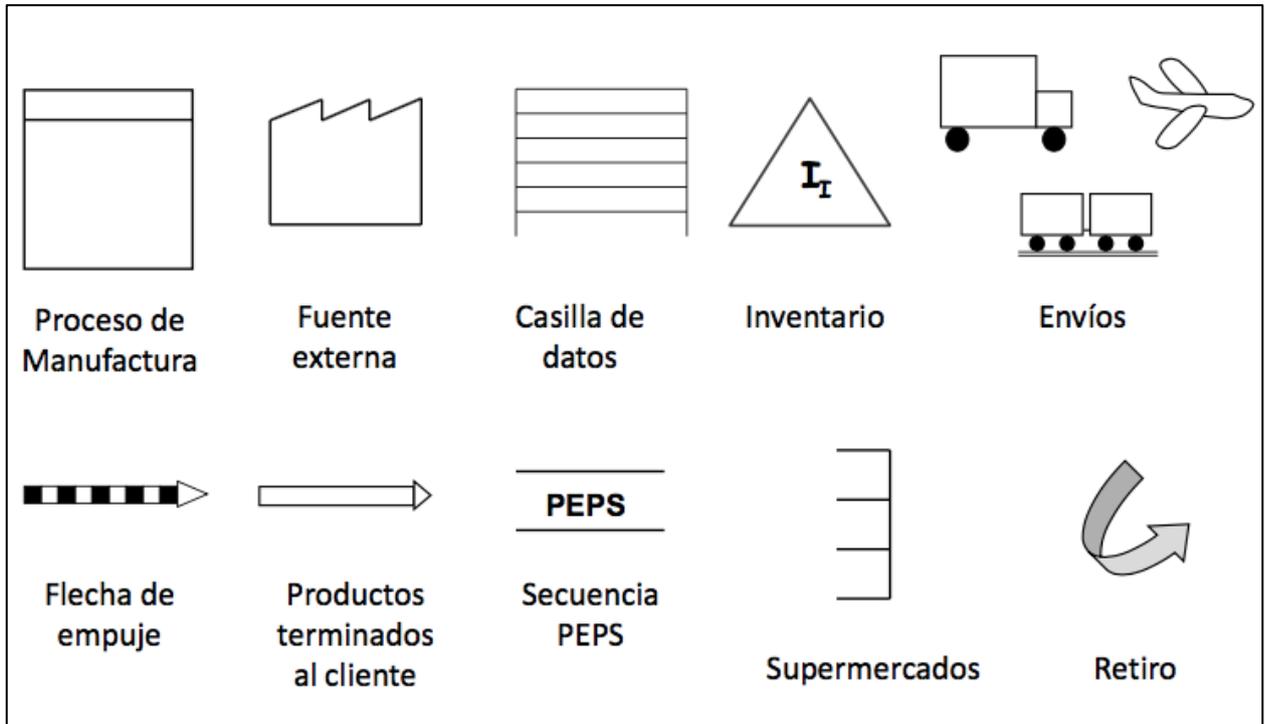
El mapa futuro es aquel en el que se representa la solución inmediata a los problemas que presenta el mapa actual y se detallan las mejoras en el sistema productivo. El mapa futuro en donde se ve plasmado parte del plan de soluciones realizado con anterioridad.

Dentro de Madera Verde Ecuador solo existe una familia de productos que son tablas de madera plástica reciclada, las cuales se fabrican tienen el mismo sistema de producción, se utiliza la misma maquinaria, con la diferencia de la medida del molde que requieran los clientes.

Para realizar este mapa se necesitará identificar las actividades con valor y sin valor agregado, para esto se realizará observación de todo el proceso en la planta de la empresa, para calcular los tiempos, con la ayuda de un cronómetro, que toma cada recorrido desde la toma de pedido, la compra de materia prima y las actividades de producción.

Para trazar el mapa de flujo de valor existe una simbología a utilizar que es la siguiente:

Figura 2.2 Simbología VSM Flujo de Material



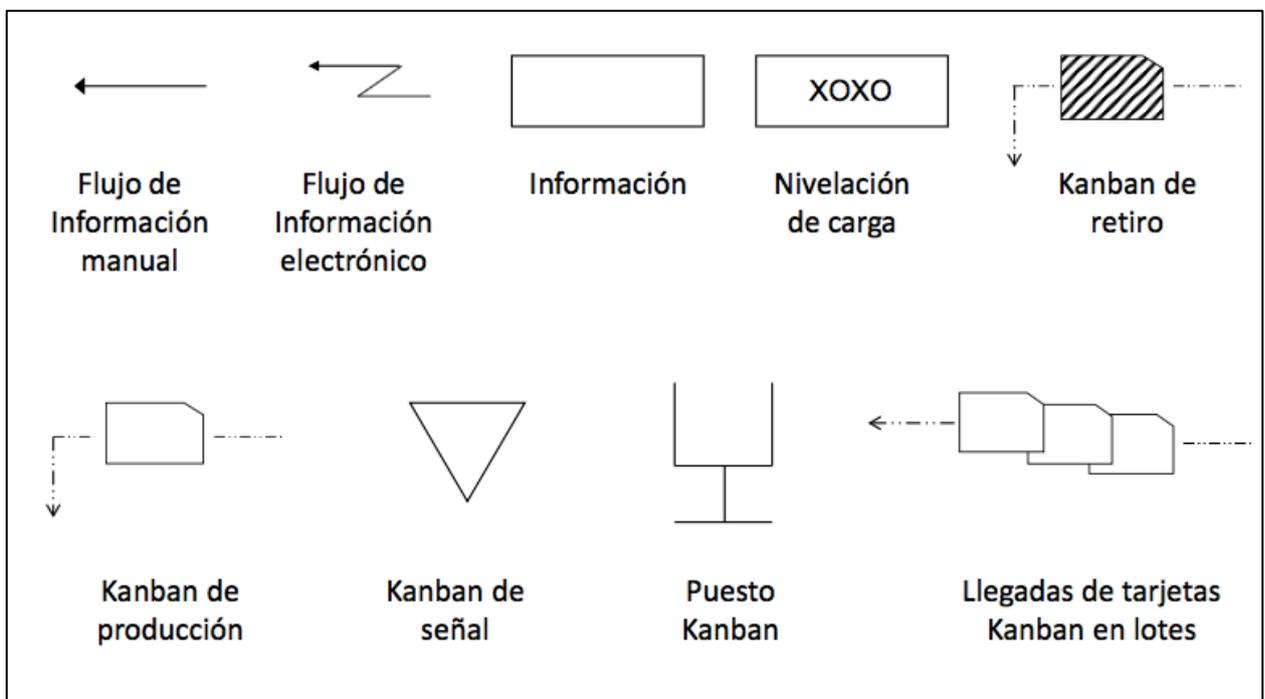
Fuente: Prof. Jorge Ortiz Porras

**Figura 2.3 Simbología iconos generales**



Fuente: Prof. Jorge Ortiz Porras

**Figura 2.4 Simbología iconos de información**



Fuente: Prof. Jorge Ortiz Porras

**Ratio de Valor Agregado:** Representa el porcentaje de actividades que agregan valor sobre el tiempo total de todo el proceso de producción, a medida que aumenta el ratio, esta aumentando la productividad de ese mapa de flujo de procesos.

Estos indicadores se calculan para cada uno de los procesos necesarios con ayuda de los indicadores se traza el mapa de flujo de valor futuro, el cual mejore cada uno de los desperdicios de manufactura existentes.

## **2.7 Diagrama SIPOC**

El diagrama SIPOC, llamado así por ser un acrónimo de las palabras en inglés supplier, inputs, process, outputs and customers, es una herramienta cuyo objetivo es describir en un cuadro o diagrama las entradas y salidas de uno o varios procesos que lleva a cabo una organización. [5] Las entradas y salidas mencionadas anteriormente pueden ser información, materiales o servicios. El acrónimo en español significa: proveedores, ingresos, procesos, salidas y clientes. Hoy en día, los diagramas SIPOC actúan como una guía de referencia rápida para las personas que no están familiarizadas con los procesos y son parte fundamental de diferentes metodologías como por ejemplo Six Sigma, Lean Manufacturing, gestión de procesos por negocios, entre otros.

## **2.8 Análisis de Layout**

El análisis de Layout es un análisis que se debe hacer cuando una planta o espacio de trabajo deja de ser óptimo y existen ineficacias volviéndose menos adecuada. Este análisis busca corregir dichas fallas en la continuidad de procesos, proponiendo una reorganización del espacio de trabajo. Para hacer un análisis eficaz es necesario crear una representación gráfica del espacio de trabajo tal como se encuentra actualmente y tras un estudio, diseñar un nuevo arreglo de la planta para optimizar espacio, recursos y tiempos en los procesos.

#### a) Layout Actual

El layout actual es un esquema de distribución de los elementos que existen dentro del área de trabajo de la organización. En él se pueden apreciar los problemas actuales que posee la planta tal como sobredimensionamientos, malas ubicaciones y faltas de continuidad.

#### b) Layout Futuro

Es vital que exista un flujo apropiado en el espacio de trabajo por lo que se debe estudiar y definir la mejor distribución en planta posible. Esta reorganización debe tener coherencia con el movimiento de personas, materiales y documentación, para que no existan desvíos o sectores de espera innecesarios. Existen siete factores básicos a tener en cuenta para el diseño del layout futuro. Estos factores son:

- Factor material (transformación de materias primas hasta el producto final).
- Factor maquinaria (tipos y cantidad de equipos de producción).
- Factor humano (número de operadores disponibles en la producción).
- Factor movimiento (flujo de materiales de una estación a otra).
- Factor espera (almacenamiento requerido de materiales y de inventario).
- Factor servicio (calidad, logística y mantenimiento).
- Factor edificio (superficie real y útil del edificio).

### 2.9 Técnica de Grupo Focal

En cumplimiento con el objetivo 3 y 5

Los grupos focales son una técnica moderna de recopilación de datos utilizada mucho en la actualidad. Gracias a esta técnica se pueden recolectar información que puede ser utilizada de forma cualitativa y etnográfica. Los grupos focales dependen mucho de una serie de preguntas sistemáticas a varios individuos de forma colectiva; el ambiente de dicha recolección de datos puede ser de manera formal o informal.

Un grupo focal siempre se encuentra dirigido por un moderador el cual es el encargado de llevar la entrevista y hacer las preguntas a los participantes. La cualidad definitoria del grupo focal es su naturaleza colectivista: al concentrarse en el grupo, permite la expresión de una variedad de perspectivas diferentes. No solo es posible obtener acceso a las experiencias de muchas personas diferentes, sino también porque las personas interactúan entre sí, los datos se enriquecen a medida que los miembros del grupo se desencadenan entre sí. Los datos se mejoran a medida que se extraen de un contexto social.

# CAPÍTULO 3

## 3. Análisis Organizacional

### 3.1 Descripción de la industria

La industria de la madera plástica en el Ecuador es pequeña pero muy demandada. Esta industria va dando pasos agigantados al trabajar a la par con la industria inmobiliaria y con la industria de la construcción. En el país no existen muchas empresas dedicadas a la fabricación de madera plástica por lo que hay muchas oportunidades de crecimiento, especialmente gracias a las nuevas tendencias mundiales de salvar árboles, reutilizar plásticos y conseguir materiales de larga duración.

Existen 3 principales competidores de Madera Verde Ecuador en la industria de producción y comercialización de madera plástica.

La primera organización es una compañía que se encuentra en el mercado ecuatoriano hace 15 años en el área de reciclaje plástico. Esta compañía se dedica a la fabricación de esquineros, refuerzos, pallets y todo tipo de madera plástica de acuerdo con lo que el cliente requiera.

La segunda compañía es una empresa cuya oficina principal está ubicada en Durán. Esta compañía opera en la industria de tratamiento y eliminación de todo tipo de residuos. La compañía se estableció el 15 de diciembre de 2015 y a partir del 2017 iniciaron a incursionar en la producción y comercialización de madera plástica.

Finalmente tenemos a una compañía colombiana que opera en el Ecuador desde apenas comienzos del 2019. Su fábrica está ubicada en Colombia y desde ese país exportan hacia Ecuador y comercializan sus productos desde sus oficinas de Guayaquil.

### 3.2 Antecedentes de la empresa

La empresa Madera Verde Ecuador, es una empresa ecuatoriana, comprometida en la conservación del medio ambiente. La empresa aprovecha la basura plástica y la transforma en madera plástica, el cual es un producto de alta calidad y durabilidad. El producto que ofrece la compañía es responsable con el medio ambiente y ayuda a reducir la tala indiscriminada de árboles.

La empresa tuvo sus inicios en el 2010 con una pequeña fábrica de poca capacidad productiva y poco a poco fue transformándose y expandiéndose a lo que es hoy en día: una de las empresas líderes en el Ecuador en producción y comercialización de madera plástica. Madera Verde Ecuador está ubicada en el cantón Durán de la provincia del Guayas.

El logo de la empresa es el siguiente, con su slogan “La madera que no sale de los árboles y dura para toda la vida”:

Figura 3.1 Logo de Madera Verde Ecuador.



Autores: Madera Verde Ecuador.

### **3.3 Descripción del producto**

La madera plástica es un producto sintético que posee las mismas características de la madera natural y es realizada completamente de materiales reciclados. La materia prima de la madera plástica son los residuos plásticos del hogar o de las industrias que han pasado por un proceso de trituración.

La madera plástica es una alternativa ecológica que poco a poco se vuelve más popular en el mercado. [6] Al tener las mismas características de la madera natural esta puede ser empleada como remplazo de esta, para la elaboración de pisos, techos, sillas, bancas, juegos infantiles, entre otros.

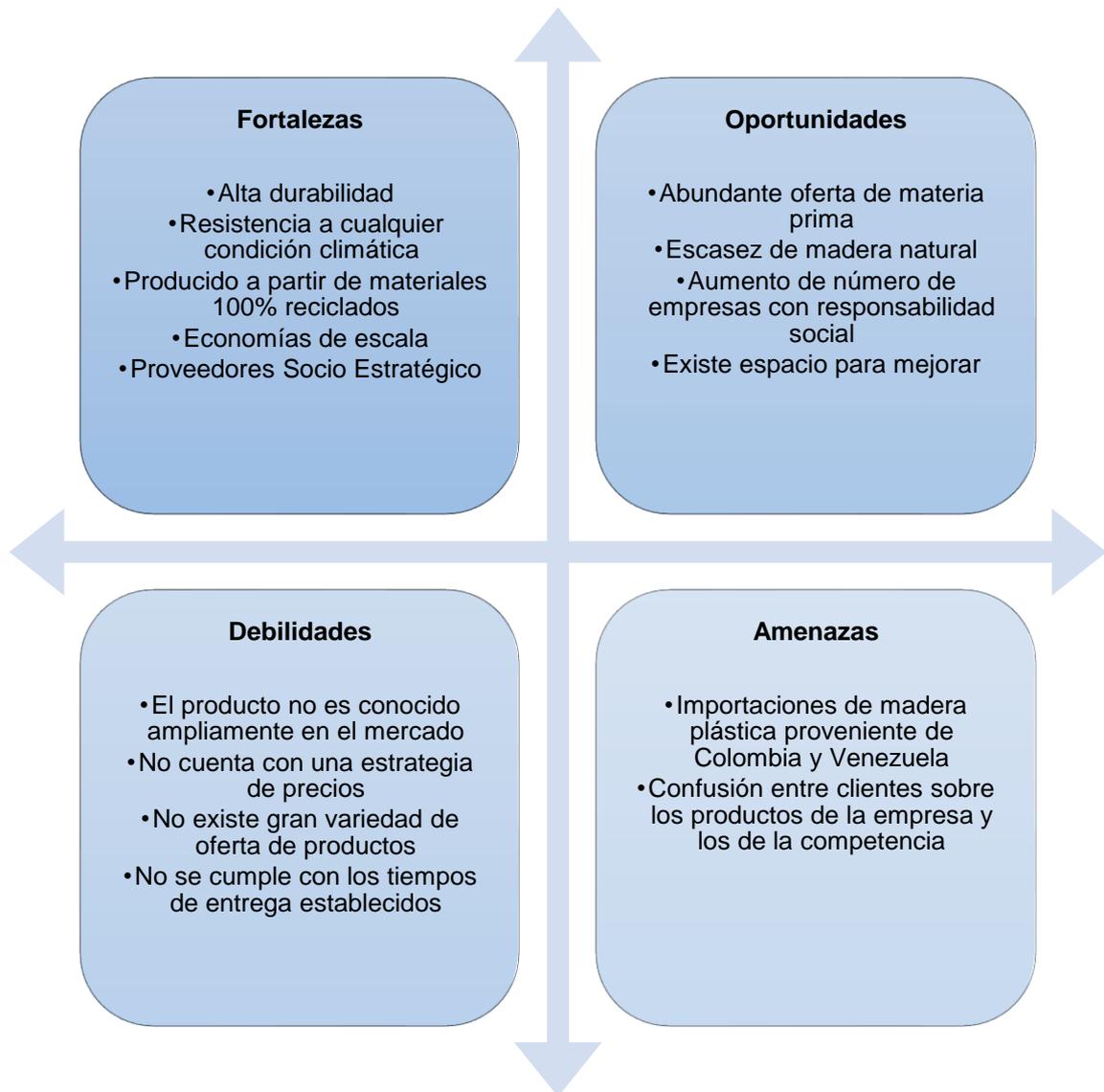
Entre las principales ventajas de la madera plástica versus la madera natural podemos enlistar las siguientes:

- Su duración y resistencia es alta.
- Es de fácil mantenimiento.
- Es de fácil manipulación.
- Evita la presencia de plagas de insectos o roedores.
- No se corroe por la sal del mar y ante la exposición al sol.
- Es aislante térmico y eléctrico.
- No se astilla.
- Es resistente a fuertes impactos, a la tracción y a la flexión.
- Debido a su versatilidad esta puede emplearse en el sector urbano, agropecuario e industrial.

### **3.4 Análisis FODA**

El análisis FODA es una herramienta que se utiliza para determinar la situación actual de la empresa analizando su entorno interno y externo. FODA por sus siglas significa Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

**Figura 3.2 Análisis FODA Madera Verde Ecuador**



Elaborado por: los autores

### **3.5 Visión y Misión**

Basado en la información compartida por la empresa, las siguientes son la misión y visión establecidas. *Ver Anexo A*

Misión: Somos un emprendimiento ecuatoriano, especializados en la fabricación y comercialización de madera plástica elaborada con plástico 100% reciclado

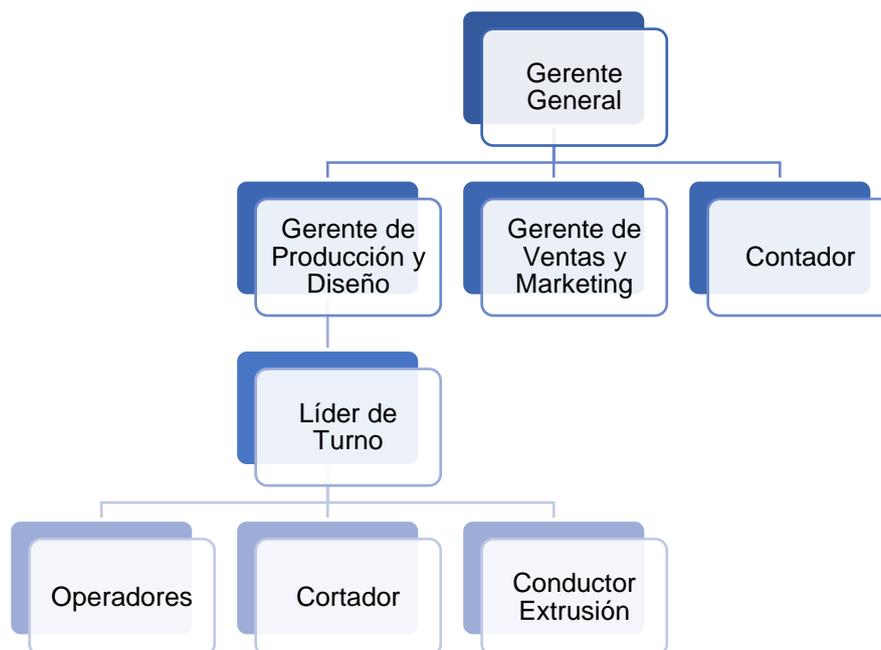
proveniente de desechos industriales y urbano, para el sector de la construcción e industrias como una solución sostenible para el medio ambiente

Visión: Lograr sustituir la demanda de madera natural en todos los rincones del Ecuador, promoviendo el reciclaje y la larga vida útil de nuestros productos

### 3.6 Estructura organizacional

La compañía cuenta con una estructura organizacional muy sencilla que permite a cada persona dentro de ella saber con certeza sus obligaciones y responsabilidades. La organización se encuentra encabezada por el Ingeniero William Delgado quien cumple las funciones de gerente general. Bajo su supervisión se encuentra el departamento de contabilidad, de producción y finalmente el departamento de ventas y marketing. Cada uno de estos departamentos dirigidos por sus respectivos gerentes. El gerente de producción y diseño es la persona responsable de los obreros de la planta los cuales están distribuidos en 3 grupos diferentes que se encargan de operar las diferentes maquinarias, cortar el producto y almacenarlo. Información obtenida por medio de la entrevista, *Ver Anexo a*

**Figura 3.3 Organigrama de la empresa Madera Verde Ecuador**



### **3.7 Desperdicios de Manufactura Lean en Madera Verde Ecuador**

Madera Verde Ecuador al ser una compañía que posee procesos industriales, es normal que se encuentren diferentes tipos de desperdicios durante su proceso productivo. De los 7 desperdicios de manufactura esbelta que ofrece Lean Manufacturing se identificaron los siguientes:

#### **3.7.1 Desperdicio De Procesos O Sobre-procesamiento**

- Empernar/Desempernar moldes ocupa la mayor cantidad de tiempo y energía de parte de los operadores

Causa: Se realiza de forma manual por medio de una llave inglesa para retirar 14 pernos y luego colocarlos nuevamente, mientras el metal está a altas temperaturas.

- Transporte de moldes a piscina de enfriamiento

Causa: Entre dos operadores transportaban los moldes que pesan 12 kg, 4 pasos hasta la piscina de enfriamiento alargando el proceso en muchos casos.

#### **3.7.2 Desperdicio De Defectuosos**

- Durante el llenado del molde se producían tablas defectuosas en todos los turnos

Causa: Si la maquina extrusora no tiene la suficiente materia prima en la tolva durante todo el tiempo, los moldes no se logran llenar completamente y el plástico comienza a solidificarse irregularmente.

### **3.7.3 Desperdicio De Movimiento**

- En la preparación de la materia prima aglomerada

Causa: El operador abre la compuerta de la maquina aglomeradora dejando caer el material en el piso, luego de esto con una pala recoge nuevamente este material y lo coloca en sacos.

- En el transporte de la materia prima aglomerada hacia la maquina extrusora

Causa: Luego de empacar todos los sacos de material aglomerado, el operador camina 7 pasos y sube 5 escaleras hasta alcanzar la tova de la maquina extrusora.

### **3.8 Actividades Por Procesos**

El proceso productivo de la empresa empieza desde que el cliente contacta a Madera Verde Ecuador vía email o a través de la página web. El departamento de ventas atiende el requerimiento y a su vez envía de vuelta una proforma donde se detalla el pedido y su respectivo valor para la aprobación del cliente. Una vez que se cancele el valor monetario del 50% del pedido, la orden de producción pasa a la planta donde se inicia la elaboración de la madera plástica.

Para realizar este proceso industrial hacen uso de las siguientes maquinarias:

- 1 compactadora o Aglomeradora *Ver Anexo C*

La función es mezclar los distintos materiales que han sido molidos con su respectiva pigmentación, de acuerdo con el color que se requiera fabricar.

- 2 extrusoras de un solo de tornillo *ver Anexo C*

La extrusora de plastificación tiene tres funciones: en primer lugar, extrae el material en gránulos del sistema de alimentación y lo conduce al tiempo que lo comprime, mezcla y produce un fundido homogéneo para luego hacerlo llegar hacia el molde que se requiera producir.

- Moldes de madera plástica para cada una de las maquinas extrusoras *ver Anexo C*

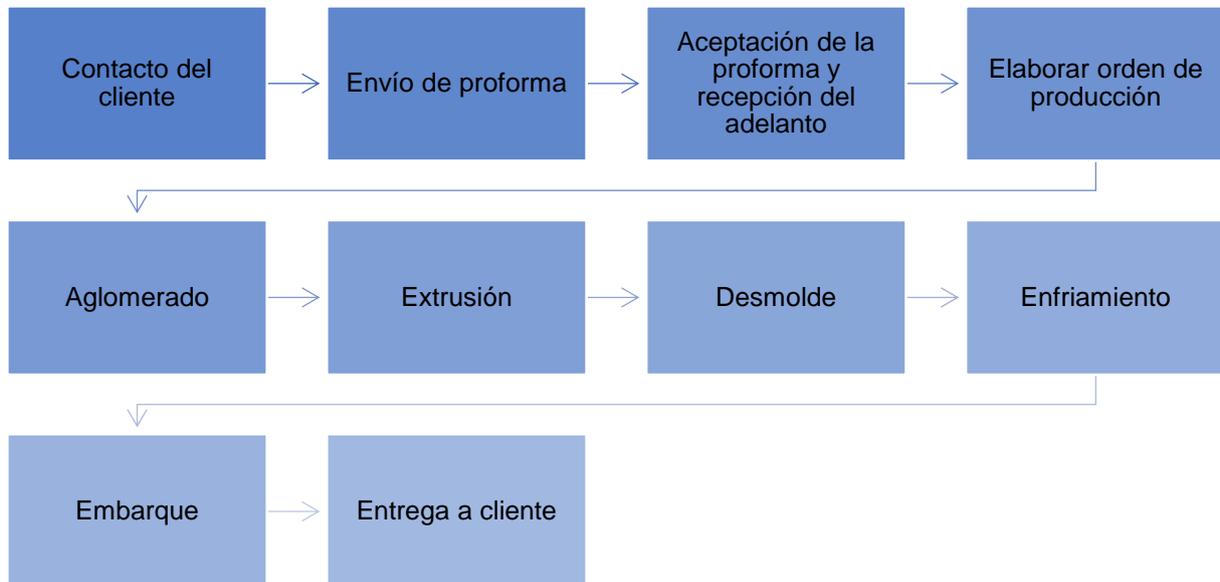
La materia prima es ubicada dentro de la aglomeradora y se procede a hacer la mezcla de los materiales. Una vez que el proceso de aglomeramiento haya concluido, el material aglomerado es ubicado en sacos para su traslado a la extrusora.

A continuación de la ubicación del material en la extrusora, la maquinaria calienta la materia prima hasta derretirla formando una pasta la cual expulsa a través de dos conductos y llena los moldes de las tablas de madera plástica.

Una vez que se encuentren llenos dichos moldes, estos son sumergidos en agua para su primer enfriamiento en piscina, para posteriormente remover las tablas de los moldes. La tabla de madera plástica en esta etapa pasa por su segundo enfriamiento en piscina para que finalmente puede ser trasladada al área de almacenamiento donde concluye su tercer y último proceso de enfriamiento, el cual es al aire libre y toma 24 horas.

Por último, una vez que el producto se encuentre listo y que la orden este completa, se procede a su empaquetamiento y embarque al camión que trasladará el pedido completo al cliente una vez que se encuentre cancelado el 50% restante del valor monetario del pedido.

**Figura 3.4 Flujo de procesos Madera Verde Ecuador**

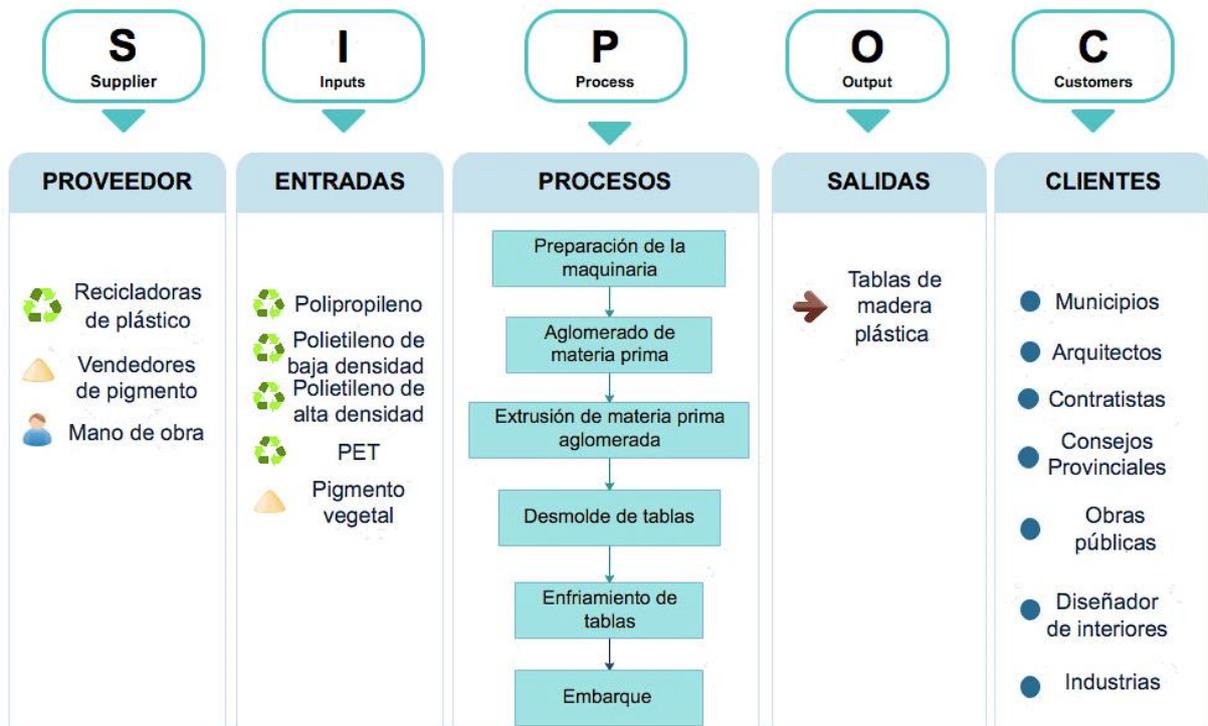


Elaborado por: Los Autores

### **3.9 Diagrama SIPOC**

Usando el diagrama SIPOC se obtuvo la siguiente información con respecto al proceso de fabricación de madera plástica, sin importar la medida de la tabla, el proceso, los proveedores y las salidas son las mismas, no existen variaciones.

**Figura 3.5 Diagrama de fabricación de madera plástica**



Elaborado por: Los Autores

### 3.10 Aplicación De Modelo VSM

#### 3.10.1 Familia De Productos

Las tablas de madera plástica reciclada las fabrican en 6 medidas diferentes todas con un largo de 240 cm, sin importar el ancho y espesor dado que los moldes están estandarizados para estas medidas. Las tablas varían con respecto al ancho y espesor, la siguiente tabla consta de los datos de ventas del año 2018 proporcionado por Madera Verde Ecuador, con ellos se pudo escoger la tabla que representaba el mayor porcentaje de ingresos para la empresa y con esta se realizaron las observaciones para el mapeo actual de flujo de valores.

**Tabla 3.1 Matriz Ingresos vs Demanda (Año 2018)**

MADERA PLÁSTICA RECICLADA (240 cm largo)	INGRESOS (Dólares)	DEMANDA (Tablas)	% VENTAS
Tabla de 14 cm ancho x 2 cm espesor	\$ 228,960	25440	52%
Tabla de 9 cm ancho x 2 cm espesor	\$ 88,848	14808	20%
Tablón de 10 cm ancho x 3 cm espesor	\$ 72,576	5184	17%
Tablón de 18 cm ancho x 4 cm espesor	\$ 24,192	1344	6%
Estaca de 14 cm ancho x 14 cm espesor	\$ 15,800	790	4%
Estaca redonda de 9 cm diámetro	\$ 7,776	864	2%
<b>TOTALES</b>	<b>\$ 438,152</b>	<b>48430</b>	<b>100%</b>

Elaborado por: Los autores

El mapeo de flujo de valor actual (VSM) se realizó por medio de observaciones durante 15 días laborables desde el 1 de Julio de 2019 hasta el 19 de Julio de 2019 durante diferentes turnos. El proceso de fabricación seleccionado fue de tablas de 14 cm de ancho x 2 cm de espesor x 240 cm de largo, siendo esta la medida que representa el 52% de las ventas anuales del 2018 y según la recomendación de la gerente de ventas, Lcda. Maritza Moreira. Esta medida de tablas es usada en camineras, puentes, decks, muelles y distintas superficies.

Sin embargo, se realizó el análisis de correlación con las mismas variables dadas, este análisis logró identificar la medida de tabla más significativa y la que se consideró al momento de la observación de procesos.

El coeficiente de correlación para ser aceptable debe estar en un rango entre (-1 y 1), mientras más cerca se encuentre a esos valores, mas fuerte es la forma en la que se relaciona la demanda de esa tabla con los ingresos de la empresa.

La fórmula es la siguiente:

$$\text{Coef. de correlación} = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})(n - 1)}{S_x S_y}$$

*x*: Demanda de tablas

$\bar{x}$ : Promedio de demanda de tablas

$S_x$ : Desviación típica de *x*

$y$ : Ingresos por ventas

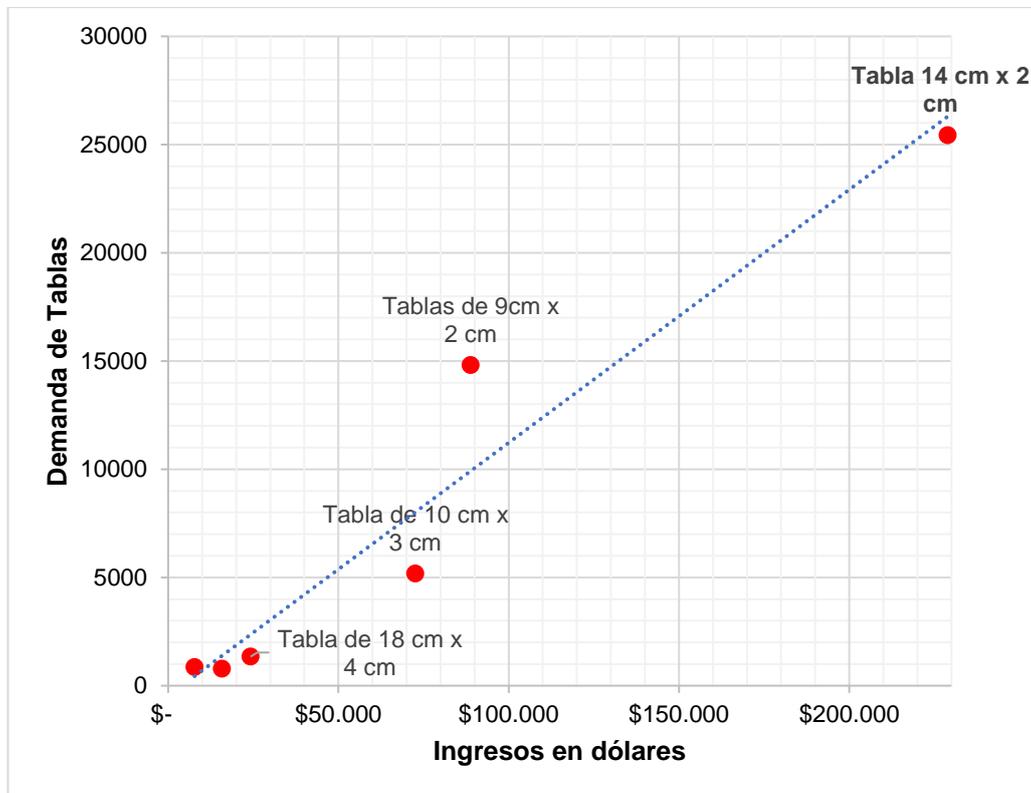
$\bar{y}$ : Promedio de ingresos por ventas

$S_y$ : Desviación típica de  $y$

$n$ : Número de datos

Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,9656 con el cual se realizó el siguiente gráfico.

**Figura 3.6 Diagrama de dispersión**



Elaborado por: Los Autores

Este diagrama indicó una fuerte relación lineal positiva entre la demanda de tablas y los ingresos por ventas de Madera Verde Ecuador, y se pudo concluir que la tabla de 14 cm de ancho x 2 cm de espesor tiene alta demanda y al mismo tiempo representa el 52% de los ingresos por ventas del año 2018. Dado el alcance del proyecto de investigación académico y la producción que se encontraba realizando la empresa en

la actualidad el modelo de mapa de valor se realizará en el proceso de producir esa medida.

Sin embargo, los procesos de producción para las diferentes medidas son los mismos, la diferencia está en los moldes que se ubiquen al momento de realizar la extrusión del material.

### **3.10.2 Descripción De Turnos**

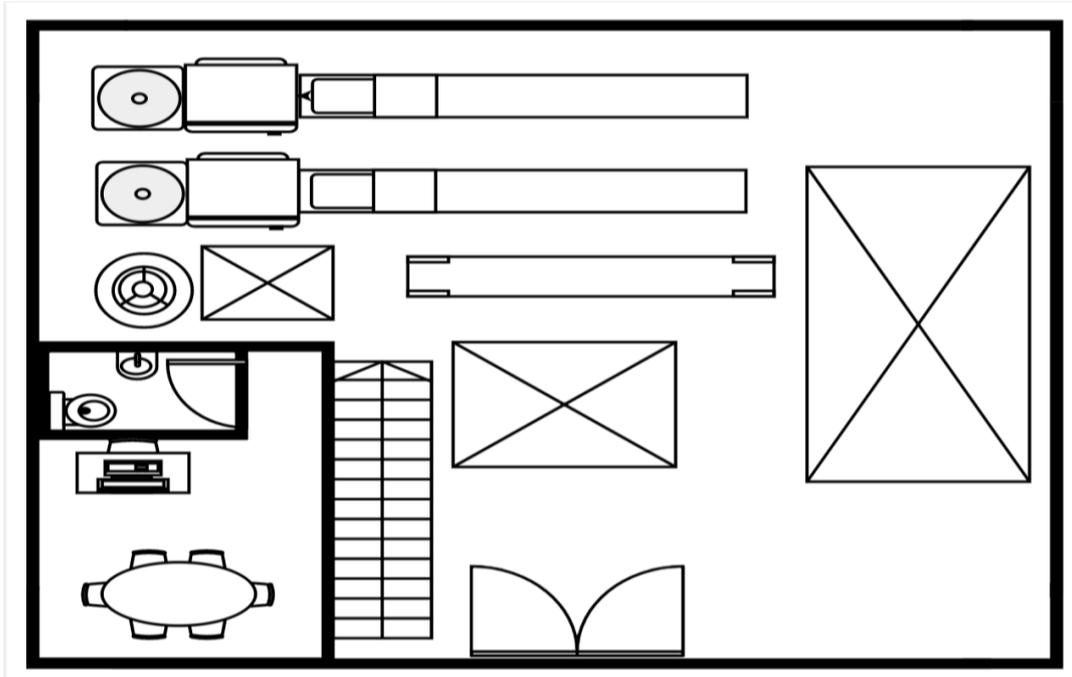
Madera Verde Ecuador cuenta con dos turnos rotativos, el primer turno inicia a las 7 am y termina a las 3 pm, con una hora de almuerzo y descanso pagada, sin parar la producción. Dentro de este turno trabaja el personal que realiza la preparación de materia prima en la maquina aglomeradora y los operadores de las maquinas de extrusión siendo un total de 5 trabajadores.

El segundo turno inicia continuamente después de las 4 pm hasta las 11 pm, con una hora de almuerzo y descanso pagada, sin parar la producción, con excepción de la maquina aglomeradora que solo opera durante el turno de la mañana. La cantidad de personal requerido en este turno es de 4 operadores de maquina extrusora.

### **3.10.3 Descripción de la planta - Layout actual**

La planta actualmente cuenta con un espacio de 600 m<sup>2</sup>. Dentro de las maquinarias con las que cuenta la compañía se encuentra una aglomeradora, dos extrusoras, dos piscinas de enfriamiento y una zona delimitada para el enfriamiento del producto. Además se encuentra una bodega con herramientas varias, equipos de mantenimiento, moldes de diferentes medidas y utensilios de limpieza.

Figura 3.7 Layout actual del piso de planta de Madera Verde Ecuador



Elaborado por: Los Autores

### 3.11 Plantilla De Trabajos

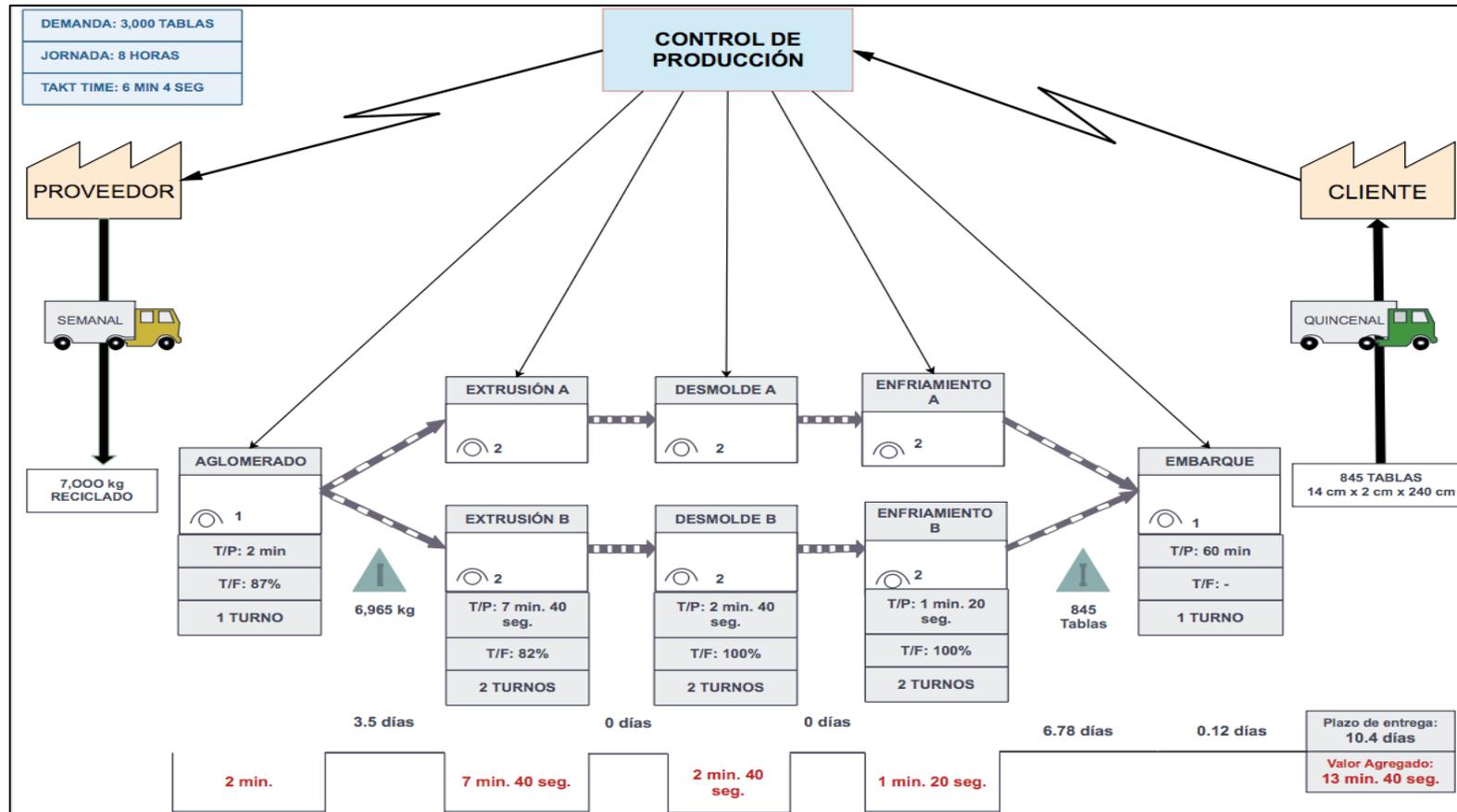
Tabla 3.2 Plantilla de trabajo Madera Verde Ecuador

PLANTILLA DE TRABAJO VSM ACTUAL						
Empresa: Madera Verde Ecuador						
	Tiempo	Operación	Transporte	Espera	Inspección	Almacén
<b>Aglomerado</b>	<b>2 min</b>					
Revisar Orden de producción	8 seg				□	
Llenado de aglomeradora	2 seg	○				
Aglomeración del material	1 min 40 seg	○				
Expulsar el material	1 seg	○				
Llenado de materia prima en sacos para su traslado	4 seg	○				
Traslado de materia prima aglomerada a tolva de extrusora	5 seg		⇒			
<b>Extrusión</b>	<b>7 min 40 seg</b>					
Ubicación de los moldes	25 seg	○				
Llenado de moldes	6 min 15 seg	○				
Remover moldes	30 seg	○				
Espera a siguiente proceso	30 seg			D		△
<b>Desmolde</b>	<b>2 min 40 seg</b>					
Desempemar moldes	1 min 40 seg	○				
Expulsar tablas a piscina de enfriamiento	5 seg	○				
Empemar moldes	1 min	○				
<b>Enfriamiento</b>	<b>1 min 20 seg</b>					
Enfriamiento directo de tablas dentro de piscina	1 min 10 seg	○				
Ubicación de tablas en área de almacenamiento	10 seg		⇒			
<b>Embarque</b>	<b>60 min</b>					
Traslado de tablas a camión	60 min		⇒			

Elaborado por: Los Autores

### 3.11.1 Grafica de VSM actual

Figura 3.8 VSM actual de Madera Verde Ecuador



Elaborado por: Los autores

**Tabla 3.3 Actividades que agregan valor**

TABLA (14 CM X 2 CM X 240 CM)	TIEMPO DE PROCESO T/P	HORAS	MIN.	SEG.	TOTAL EN SEG
Aglomerado	2 Min	0	2	0	120
Extrusión	7 Min 40 Seg	0	7	40	460
Desmolde	2 Min 40 Seg	0	2	40	160
Enfriamiento	1 Min 20 Seg	0	1	20	80
VALOR AGREGADO (VA)	13 Min 40 Seg	0	13	40	820

Fuente: Los autores

En la tabla 3.3 se describen las actividades que el que se agrega valor al proceso productivo de la madera plástica. En esta tabla se puede apreciar el tiempo total en el que la materia prima se transforma en una tabla de madera plástica el cual es un total de 13 minutos y 40 segundos.

**Tabla 3.4 Actividades que no agregan valor**

TABLA (14 CM X 2 CM X 240 CM)	TIEMPO EN DIAS
Inventario de aglomerado	3.5
Inventario de tablas	6.78
Embarque	0.12
PLAZO DE ENTREGA (PE)	10.4

Fuente: Los autores

Tiempo total de producción: 960 minutos

Almuerzo: 60 minutos en cada turno

Tiempo de producción disponible = 960 min.

\*La producción no para durante el almuerzo

\* 2 turnos de 8 horas cada uno

$$TAK TIME = \frac{DEMANDA ESPERADA}{TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN}$$

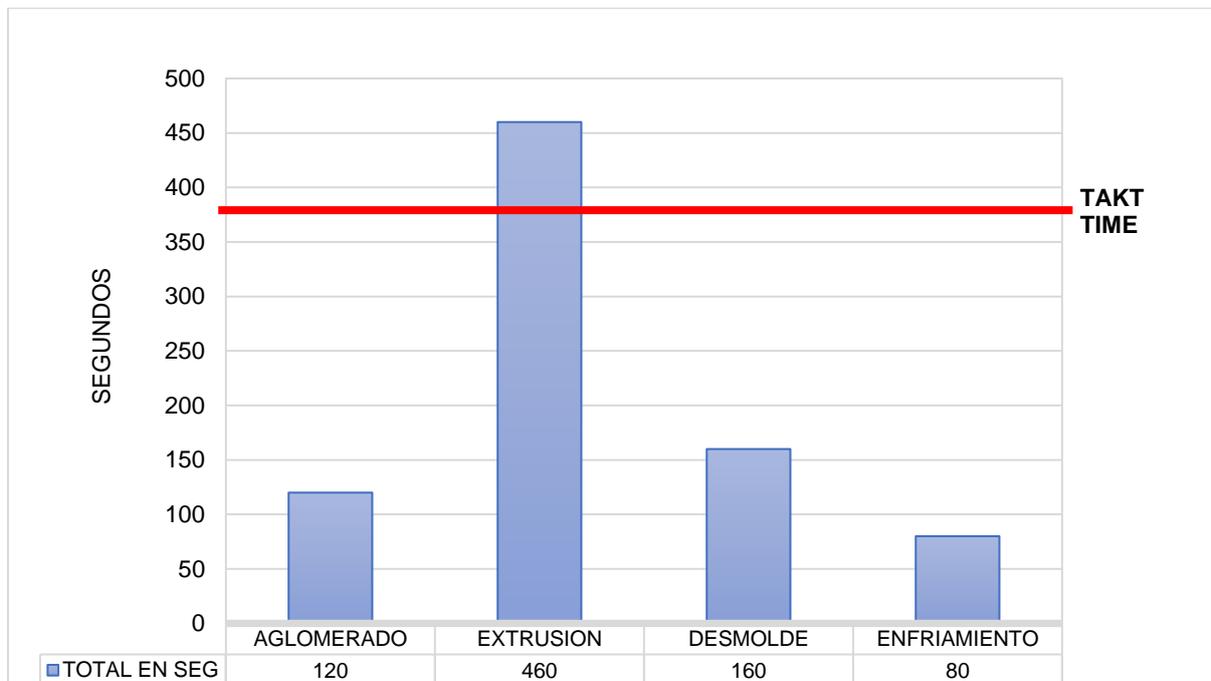
Demanda esperada = 150 tablas diarias

Tiempo total de producción disponible = 960 minutos disponibles

$$TAK TIME = \frac{150 \text{ tablas}}{960 \text{ min}} = 6 \text{ min } 4 \text{ segundos por tabla}$$

La tabla 3.4 muestra los tiempos de las actividades del proceso productivo actual que no agregan valor y en el que el inventario se encuentra en tránsito o en espera del próximo proceso. El total del plazo de entrega es de 10 días aproximadamente.

**Figura 3.9 Takt Time vs. Procesos**



Fuente: Los autores

La información presentada en la tabla 3.9 representa los tiempos de los procesos expresados en segundos. En dicha tabla también se puede observar como no todos los procesos se encuentran por debajo del tiempo Takt por lo que la empresa es incapaz de coincidir con la tasa de demanda de los clientes. Estos tiempos se deben reducir si la empresa espera lograr cumplir con la demanda.

### 3.11.2 Descripción De Los Procesos Producción

Los procesos son presentados en diferentes cuadros cada uno con la información pertinente y descriptiva sobre dicho proceso. La estructura de cada grafico en este trabajo consta de cinco partes. Primero se indica el número de personas que intervienen en dicho proceso, después se indica el tiempo T/P (tiempo del proceso), a continuación, el T/F (tiempo de funcionabilidad), seguido del SCRAP o también

llamado desperdicio que se encuentra definido en porcentaje y finalmente el número de turnos en el que el proceso se encuentra activo.

- Aglomerado de PP, HDPL, LDPL, PET

En el proceso de aglomerado se procesan materiales como PP, HDPL, LDPL y PET. En este proceso interviene solamente un operario el cual se encarga de introducir la mezcla adecuada de materiales de acuerdo con la orden del cliente en la aglomeradora y supervisar que el proceso no presente ninguna novedad. El T/P de la operación es de 2 minutos. En el proceso antes mencionado se puede observar que existe un T/F de 87%, es decir, el 87% de la duración del proceso la maquinaria se encuentra en uso. De acuerdo con la información suministrada por la empresa este proceso solo es requerido durante el turno de la mañana por lo que se marca un solo turno.

- Extrusión de materia prima aglomerada

El proceso de extrusión es aquel en el que la materia prima aglomerada entra en la extrusora para ser procesada en lo que será el producto final una vez que se enfríe. Para este proceso se requieren dos operadores, los cuales se encargan de introducir la materia prima del proceso anterior a la máquina y son responsables del llenado de los moldes y su respectiva manipulación. El tiempo de este proceso es de 7 minutos y 40 segundos, del cual se obtiene un resultado de T/F de 82%. El proceso se realiza durante dos turnos.

- Desmolde de tablas

En el proceso llamado desmolde intervienen dos operarios y en este se desprende los moldes de la extrusora, desempernar los moldes y se procede colocar las tablas en las piscinas de enfriamiento. Finalmente se vuelven a colocar los pernos y se ubican en la extrusora nuevamente. El tiempo de este proceso es de 2 minutos y 40 segundos, de los cuales el 100% del tiempo se están operando los moldes. Este es el proceso más repetitivo en el proceso productivo por ende se realiza en dos turnos.

- **Enfriamiento de tablas**

Las tablas que se obtienen del proceso anterior se encuentran a elevadas temperaturas por lo que es necesario que las mismas pasen por un proceso de enfriamiento. Este proceso es de suma importancia para que las tablas adquieran las características requeridas por el cliente y que se ajusten a los estándares de calidad de Madera Verde Ecuador. El proceso tiene una duración de 1 minutos y 20 segundos y en el intervienen dos operarios. La operación se realiza durante dos turnos.

- **Embarque de tablas**

El último proceso que detallamos en el VSM es el proceso de embarque el cual consiste en tomar las tablas ya enfriadas y trasladarlas al camión para ser enviadas al cliente una vez que la orden este completa. Para realizar este proceso solo se necesita un operario. El proceso tiene una duración de 60 minutos y se realiza durante un turno.

### **3.12 Análisis Cuantitativo De Costos**

Junto con el contador de la empresa se realizó el análisis de costos semanales para la producción de la demanda esperada de 750 tablas de 14 cm ancho x 2 cm espesor x 240 cm de largo.

Entre los costos de materia prima están los kilos que se compran del mix de plásticos reciclados que incluye PET, PP, HDPE y LDPE en una sola mezcla molida. De estos semanalmente adquirieron 7 toneladas para ocupar la capacidad máxima del transporte, precio que esta incluido. El otro elemento de materia prima es el pigmento que le da la coloración café a las tablas semanalmente se adquirió 2400 kg.

**Tabla 3.5 Tabla de costos semanales en materia prima directa**

Materia prima directa	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Mix de reciclados	Kg	7000	\$ 0.32	\$ 2,240.00
Pigmento	Kg	2400	\$ 0.03	\$ 60.00
Total MPD				\$ 2,300.00

Elaborado por: Los Autores

Entre los costos de mano de obra directa semanales, fueron calculados según el turno dado que el turno de la mañana gana menos que el turno nocturno, se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 3.6 Tabla de costos semanales por mano de obra directa**

Mano de Obra directa			
Operadores Turno 1	Sueldo	c/seg	Costo por operador semanal
5	\$550	\$ 0.00095	\$ 138.00
Operadores Turno 2			
4	\$600	\$ 0.00104	\$ 150.54

Elaborado por: Los autores

En los costos indirectos de fabricación se encontraron los pagos semanales que se realizan por energía eléctrica, agua para el enfriamiento en las piscinas, al sistema de redes y el alquiler del galpón.

**Tabla 3.7 Tabla de costos indirectos semanales**

Costos Indirectos de fabricación	Costo mensual	Costo semanal
Luz	\$ 900	\$ 225.00
Agua	\$ 200	\$ 50.00
Internet	\$ 125	\$ 31.25
Alquiler	\$ 1500	\$ 375.00

Elaborado por: Los autores

Como resultado se obtuvo la siguiente estructura de costos semanales para la producción de 512 tablas de madera plástica de medidas 14 cm de ancho x 2 cm de espesor x 240 cm de largo:

**Tabla 3.8 Estructura de costos semanales**

Materia prima directa	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Mix de reciclados	Kg	7000	\$ 0.32	\$ 2,240.00
Pigmento	Kg	2400	\$ 0.03	\$ 60.00
Total MPD				\$ 2,300.00
Mano de obra directa	Unidad	Cantidad	Costo	Total
Turno 1	Operadores	5	\$ 138.00	\$ 689.98

Turno 2	Operadores	4	\$ 150.54167	\$ 602.17
Total MOD		9	\$ 288.54	\$ 1,292.15
Costos Indirectos de Fabricación				Total
Luz				\$ 225.00
Agua				\$ 50.00
Internet				\$ 31.25
Alquiler				\$ 375.00
Total Costos Indirectos				\$ 681.25
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION SEMANALES				\$ 3,633.40

Elaborado por: Los autores

### 3.13 Propuesta de mejoras

#### PROPUESTAS A LARGO PLAZO

##### a) Adaptación de nueva maquinaria.

La propuesta consiste en la adquisición de dos cámaras con bomba de vacío para reemplazar el proceso de moldeado. La producción actual es de 40 kg/hora por máquina, es de decir, 80 kg/hora en total con las dos máquinas que posee. El nivel de producción aumentaría a un rango mínimo de 120 a 240 kg/hora por máquina, es decir, 240 kg/hora en total. *Ver Anexo D*

Las maquinarias pueden ser importadas desde Brasil o China. En Brasil el costo FOB de cada maquinaria es de aproximadamente USD \$20,000.00. En China cada máquina tiene un costo FOB de USD \$12,000.00.

##### b) Adquisición de maquinaria automatizada.

Esta propuesta consiste en la adquisición de una maquinaria automatizada para moldeado de madera plástica.

La maquinaria funciona por medio de un carrusel de moldeado automático, ver Anexo D, la empresa podría producir hasta 204 kg/ hora.

La maquinaria proveniente de Estados Unidos, tiene un costo FOB de USD \$98,250.00.

### Evaluación de propuestas a largo plazo según cuadro de viabilidad

**Tabla 3.9 Viabilidad de Propuestas a largo plazo**

LARGO PLAZO		COSTOS		
		Baja (3 puntos)	Media (2 puntos)	Alta (1 punto)
COMPLEJIDAD	Baja (3 puntos)		Solución (a)	
		9 puntos	6 puntos	3 puntos
	Media (2 puntos)			Solución (b)
		6 puntos	4 puntos	2 puntos
	Alta (1 punto)			
		3 puntos	2 puntos	1 punto

Elaborado por: Los Autores

Del resultado obtenido en el cuadro de viabilidad se tienen las siguientes clasificaciones:

- 9 puntos – 6 puntos: solución viable
- 5 puntos – 3 puntos: solución poco viable
- 2 puntos – 1 punto: solución no viable

De las soluciones a largo plazo propuestas, ha sido seleccionada la alternativa a) Adaptación de una nueva maquinaria. Esta alternativa fue seleccionada debido a que tal como se refleja en la tabla 3.8 esta solución tiene una puntuación superior versus la opción b). El factor económico es el motivo principal por el cual se tomó la alternativa a) ya que esta representa un valor de inversión menor y representada una gran posibilidad de aumentar la producción, incluso más que la opción b).

## PROPUESTAS A CORTO PLAZO

- a) Señalizar los moldes de madera plástica para determinar el momento en que se debe de parar el llenado de estos para reducir el desperdicio en la extrusión que es del 1%.

Con una señalización en el molde, los operadores reconocerán el momento de detener el llenado, sin esperar a que el molde comience a expulsar el material que sobrante. Por medio de un spray y cinta de papel que delimitan el tiempo en el cual cerrar la llave de llenado, dado que el plástico esta a altas temperaturas, alcanza a llenarse todo completamente sin que este se rebose.

Inversión: \$25

Ahorro: 1% de desperdicio dentro del proceso de extrusión que representa 70 kg de materia prima ahorrados semanalmente

- b) Abrir la compuerta de la maquina aglomeradora con un recipiente por debajo.

Al hacer esto, el material cae directamente en donde será transportado, de esta manera, el operador no tendría que recoger del piso y llenar un saco a la vez.

Con la adquisición de 2 contenedores plásticos.

Los llamados tambores o tambuchos tienen una capacidad de recoger 60 kg y se puede reducir el espacio y tiempo que utiliza el operador de la maquina aglomeradora, dado que al momento de abrir la compuerta el material cae directamente en el recolector para ser transportado.

Inversión: \$30

Ahorro: Eliminación de la actividad de recolección de materia prima desde el piso. 2 min en la cadena de producción y al mismo tiempo reducción del desperdicio que quedaba en el piso sin poder ser recolectado que representaba 35 kg de materia prima semanalmente.

- c) Modificar la forma de instalar y remover los pernos del molde por medio de pistola de impacto de neumático.

Para reducir el desperdicio de movimiento y tiempo clave en la producción, los operadores pondrían y quitarían los pernos de forma rápida por medio de esta pistola, la cual funciona junto con un compresor de aire con el que cuenta la empresa. Al acortar este tiempo, aumentaría la cantidad de tablas fabricadas por hora, solucionando el problema inicial de incumplimiento de pedidos a tiempo.

Inversión: \$250

Ahorro: Cambiar de la forma manual a una mas automatizada reducirá el tiempo de la actividad de 5 min 10 seg. a 2 min 10 seg. Aumentando la capacidad de producción

- d) Implementar el uso del triángulo de carga con palanca Winche.

Dentro de la empresa cuentan con un triangulo con grúa para transporte de objetos pesados, con los cuales se podría movilizar los moldes desde la extrusora hacia las piscinas de enfriamiento. Creando un proceso de transporte más rápido.

Inversión: \$1200

Ahorro: El transporte de tablas de un lugar a otro, reduce el desperdicio de movilidad, pasando de 2 minutos y 10 segundos a 1 minuto.

- e) Adquirir una banda transportadora de materia prima.

Inversión: \$3000

Ahorro: Reduce el desperdicio de defectuosos y de movimiento de personal, logrando que se llene la tova de la extrusora automáticamente, sin que existan fallas al momento de llenado. En tiempo reduce 50 segundos de traslado y en

tablas defectuosas reduce completamente la media de 6 tablas defectuosas semanales, dato que la empresa maneja hasta ahora.

f) Retroalimentación y reportes mensuales a un supervisor designado

Como solución Kaizen para corroborar que se logran aplicar cada uno de estos cambios y no sigan existiendo embotellamientos en los procesos de producción.

**Evaluación de propuestas a corto plazo según cuadro de viabilidad**

**Tabla 3.10 Viabilidad de Propuestas a corto plazo**

CORTO PLAZO		COSTOS		
		Baja (3 puntos)	Media (2 puntos)	Alta (1 punto)
COMPLEJIDAD	Baja (3 puntos)	Solución (f)	Solución (e)	
		9 puntos	6 puntos	3 puntos
	Media (2 puntos)	Solución (a) ; Solución (b) ; Solución (c)		
		6 puntos	4 puntos	2 puntos
	Alta (1 punto)			
		3 puntos	2 puntos	1 punto

Elaborado por: Los Autores

Del resultado obtenido en el cuadro de viabilidad se tienen las siguientes clasificaciones:

- 9 puntos – 6 puntos: solución viable
- 5 puntos – 3 puntos: solución poco viable
- 2 puntos – 1 punto: solución no viable

De las soluciones a corto plazo propuestas, ha sido seleccionada la alternativa e) Adquirir una banda transportadora de materia prima y la alternativa f) Feedback y Reportes mensuales; han sido seleccionadas ambas alternativas debido a que es una solución viable que le puede traer grandes beneficios a la

empresa. Especialmente en el ahorro de tiempos de traslado de materia prima en el caso de la opción e) y en caso de la opción f) esta alternativa significaría una oportunidad de evolucionar y mejorar constantemente.

**Tabla 3.11 Propuestas de mejoras en tiempo y dinero**

Mejoras propuestas	Costos de Inversión	Ahorro de tiempo	Ahorro en costos de materia prima
A	\$25	-	\$ 24.50
B	\$30	2 min	\$ 12.25
C	\$250	3 min	-
D	\$1200	1 min 10 seg	-
E	\$3000	50 seg	\$ 129.60
F	-	-	-

Elaborado por: Los autores

### 3.14 Plantilla de trabajo propuesta

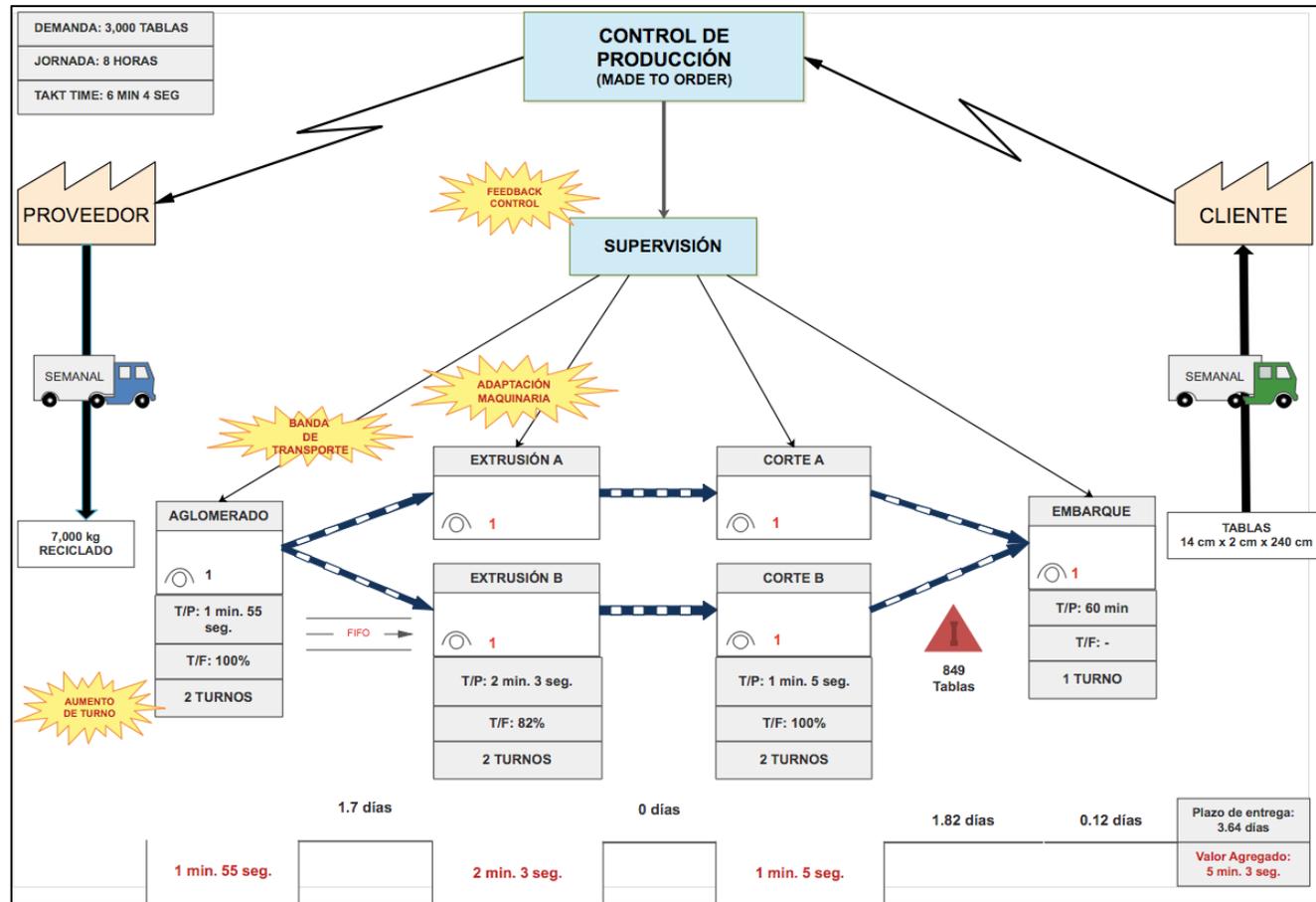
Tabla 3.12 VSM futuro de Madera Verde Ecuador

PLANTILLA DE TRABAJO VSM FUTURO						
Empresa: Madera Verde Ecuador						
Actividad	Tiempo	Operación	Transporte	Espera	Inspección	Almacén
<b>Aglomerado</b>	<b>1 min 55 seg</b>					
Revisar Orden de producción	8 seg				□	
Llenado de aglomeradora	2 min	○				
Aglomeración del material	1 min 40 seg	○				
Expulsar el material	2 seg	○				
Traslado de materia prima aglomerada a tolva de extrusora mediante banda	3 seg		⇒			
<b>Extrusión</b>	<b>2 min 3 seg</b>					
Extrusión de tabla de 14 cm x 2 cm x 240 cm	2 min 3 seg	○				
<b>Corte y Traslado</b>	<b>1 min 5 seg</b>					
Corte	5 seg	○				
Traslado de tablas a almacenamiento	1 min		⇒			△
<b>Embarque</b>	<b>60 min</b>					
Traslado de tablas a camión	60 min		⇒			

Fuentes: Los autores

### 3.15 VSM futuro

Figura 3.10 VSM futuro de Madera Verde Ecuador



Fuente: Los autores

**Tabla 3.13 Actividades que agregan valor**

<b>Tabla 14 Cm X 2 Cm X 240 Cm)</b>	<b>Tiempo De Proceso T/P</b>	<b>Horas</b>	<b>Minutos</b>	<b>Segundos</b>	<b>Total En Seg</b>
Aglomerado	1 Min 55 Seg	0	1	55	115
Extrusión	2 Min 3 Seg	0	2	3	123
Corte	1 Min 5 Seg	0	1	5	65
Valor Agregado (Va)	5 Min 3 Seg	0	5	3	303

Fuente: Los autores

En la tabla 3.12 se describen las actividades que el que se agrega valor al proceso productivo de la madera plástica y se presentan los nuevos tiempos tras la incorporación de la nueva maquinaria. En esta tabla se puede apreciar el tiempo total en el que la materia prima se transforma en una tabla de madera plástica el cual es un total de 5 minutos y 3 segundos.

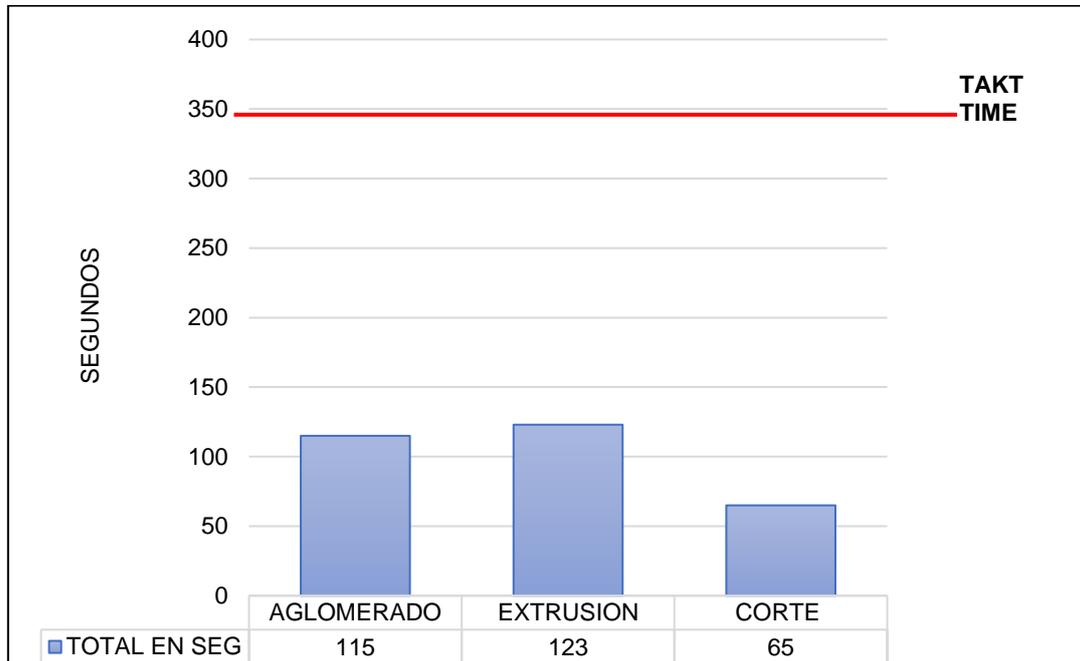
**Tabla 3.14 Actividades que no agregan valor**

<b>Tabla 14 cm x 2 cm x 240 cm)</b>	<b>Tiempo en días</b>
Inventario de aglomerado	1.7
Inventario de tablas	1.82
Embarque	0.12
PLAZO DE ENTREGA (PE)	3.64

Fuente: Los autores

La tabla 3.13 muestra los tiempos de las actividades del proceso productivo futuro que no agregan valor y en el que el inventario se encuentra en tránsito o en espera del próximo proceso. El total del plazo de entrega es de 3 días y medio aproximadamente.

**Figura 3.11 Takt time vs. procesos**



Fuente: Los autores

La información presentada en la tabla 3.10 representa los tiempos de los procesos expresados en segundos. En dicha tabla también se puede observar cómo, tras los cambios en la planta, todos los procesos se encuentran por debajo del tiempo Takt por lo que la empresa es capaz de coincidir y sobrepasar la tasa de demanda de los clientes. Estos tiempos siempre se deben mantener por debajo del tiempo Takt si la empresa espera lograr cumplir con la demanda.

### 3.15.1 FACTORES CRITICOS

**Tabla 3.15 Factores críticos**

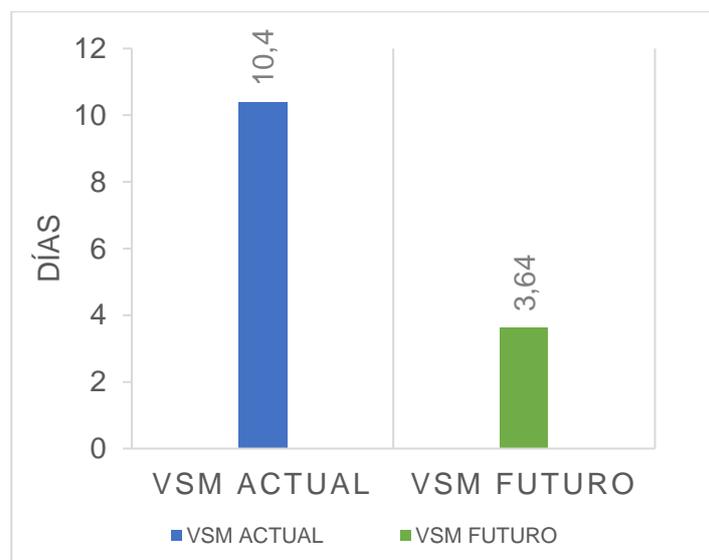
FACTORES CRITICOS	VSM ACTUAL	VSM FUTURO	PORCENTAJE DE VARIACIÓN
Plazo de Entrega (Cycle Time)	10.4 días	3.64 días	-65.00%
Tiempo de Valor Agregado por Tabla	13 minutos y 40 segundos	3 minutos y 5 segundos	-77.44%

Takt Time	6 minutos y 24 seg.	6 minutos y 24 seg.	-
¿Satisface la Demanda?	No	Si	-
Lote	2	2	-
Desperdicio (Kilogramos)	0.082 kg/tabla	0.041 kg/tabla	-50.00%
<b>Tipo de Producción</b>	<b>Moldes</b>	<b>Continua</b>	
Número de Maquinarias	2	2	-
Capacidad de Producción (Kg/Hora)	80	240	200%
Número de Tablas producidas (Tablas/Hora)	10	30	200%
Utilidad del ejercicio semanal	\$ 1,630.60	\$ 5,491.60	237%

Fuente: Los autores

En la tabla 3.15 se especifica los valores críticos de la producción, cuya comparación determina la viabilidad del proyecto de mejora propuesto. En gráficos siguientes se puede observar de mejor manera cada uno de estos factores y su respectiva variación al cambiar los procesos actuales por los propuestos en el VSM futuro.

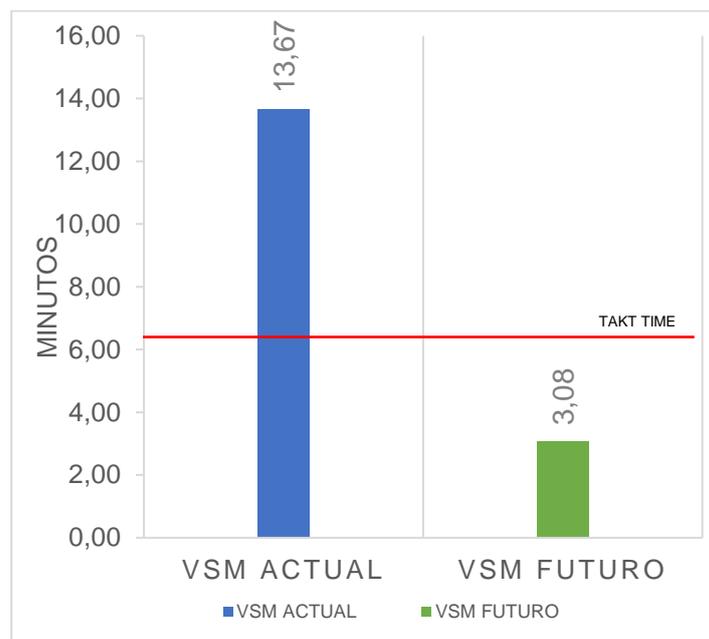
**Figura 3.12 Comparación de Plazos de entrega**



Fuente: Los autores

La figura 3.11 se puede apreciar como los plazos de entrega han variado al implementar el VSM futuro. El proceso ha cambiado de tal forma que ahora es 65% más veloz en comparación al VSM actual

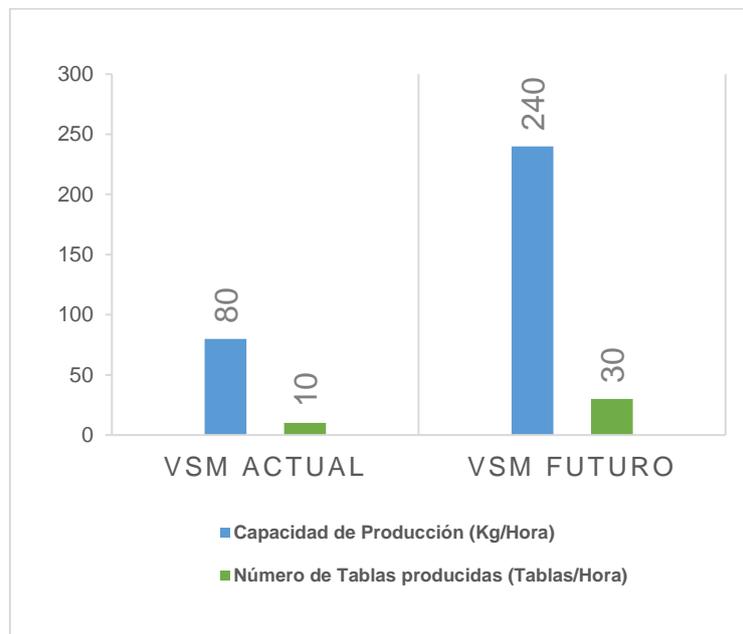
**Figura 3.13 Comparación de tiempos de valor agregado**



Fuente: Los autores

La figura 3.12 muestra como el VSM futuro se encuentra por debajo del tiempo Takt, presentando una mejora de 77.44% con respecto a al VSM actual, el cual sobrepasa el tiempo Takt, por lo que no era eficiente a la hora de satisfacer la demanda del producto.

**Figura 3.14 Comparación de capacidad de producción**



Fuente: Los autores

El aumento de la capacidad de producción en el VSM futuro es del 200% en comparación al VSM actual, tal y como se puede observar en la figura 3.13. En dicha figura, se observan los niveles de producción expresados en kilogramos por hora y en numero de tablas producidas.

**Tabla 3.16 Ventas según VSM actual**

Ventas (VSM actual)	Cantidad (semanal)	Precio	Total ventas
Tablas	400	\$ 14.76	\$ 5,904.00

Fuente: Los autores

Las ventas semanales del VSM actual se encuentran expresadas en la tabla 3.15 en base a su capacidad productiva, la cual es de 400 unidades señales y que representan USD \$5,904.00.

**Tabla 3.17 Ventas según VSM futuro**

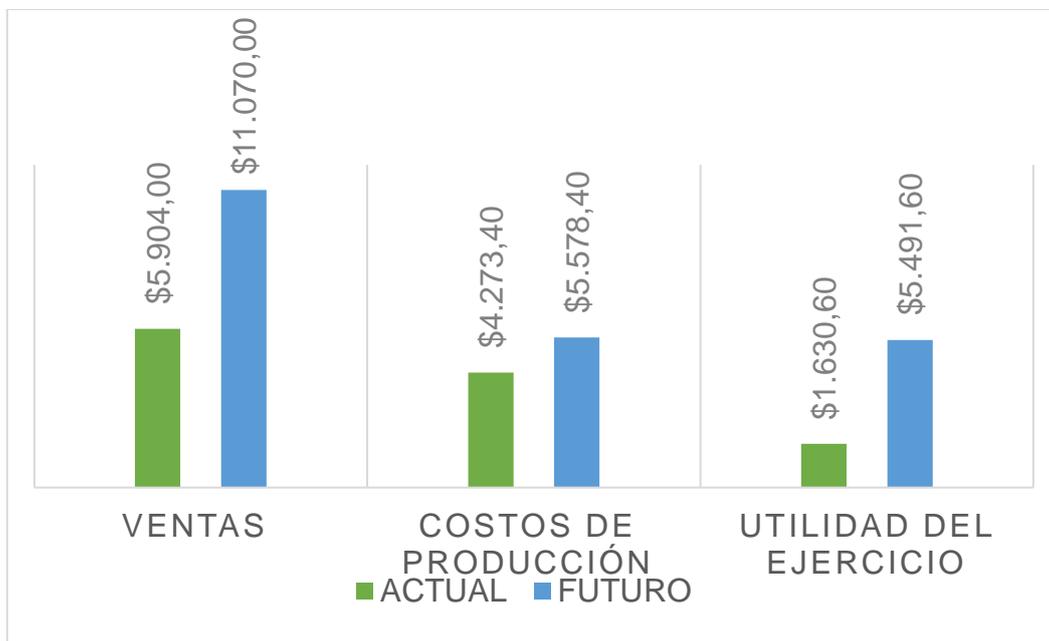
Ventas (VSM futuro)	Cantidad (semanal)	Precio	Total ventas
---------------------	--------------------	--------	--------------

Tablas	750	\$ 14.76	\$ 11,070.00
--------	-----	----------	--------------

Fuente: Los autores

La tabla 3.16 expresa los potenciales ingresos de USD \$17,712.00 que recibiría la compañía al producir 1200 tablas semanales.

**Figura 3.15 Comparación Económica**



Fuente: Los autores

Graficado en verde se puede observar los principales indicadores económicos del VSM actual mientras que en azul los del VSM futuro. Ya que los costos se mantienen iguales y, tal como se explicó con anterioridad, las ventas del VSM futuro son muy superiores, se determinó que la utilidad del ejercicio del VSM futuro sobrepasa de sobremanera a lo que sería el VSM actual de MVE.

**Tabla 3.18 Retorno de la Inversión**

Ingresos VSM actual	Ingresos VSM futuro	Variación de ingresos	Costes de inversión	ROI
---------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	-----

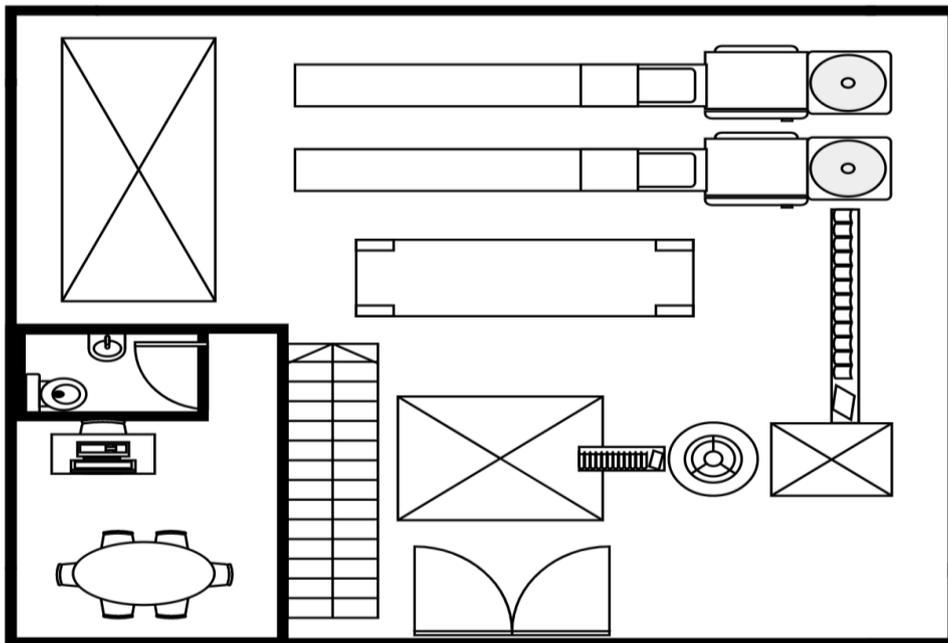
\$ 5,904.00	\$ 17,712.00	\$ 11,808.00	\$ 40,000.00	30%
-------------	--------------	--------------	--------------	-----

Fuente: Los autores

ROI fórmula:  $\frac{\text{variación de ingresos}}{\text{costos de la inversión}}$

30% Indica que, por cada dólar invertido para aumentar la producción en la semana, la empresa gana el 30% más.

**Figura 3.16 Layout propuesto del piso de planta de Madera Verde Ecuador**



Elaborado por: Los Autores

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la realización del diseño de gestión por procesos de Madera Verde Ecuador se logró identificar la situación actual de la empresa, un emprendimiento que desde hace 9 años por medio de la herramienta de Lean Manufacturing llamada Value Stream Mapping, se logró identificar la necesidad de la empresa de modificar los procesos de producción actuales para poder satisfacer la demanda mínima existente de 3.000 tablas de madera plástica mensuales.

Por medio de este trabajo de investigación se definieron los procesos de producción actuales que inician con la preparación de la materia prima, aglomerado de este material y extrusión para luego terminar con el moldeo de cada tabla, durante este tiempo de observación se encontraron 3 desperdicios de manufactura: desperdicios de sobre-procesamiento, desperdicios de defectuosos y desperdicios de movimiento.

Para reducirlos se escogió la herramienta de mejora continua Lean, se trazó un Value Stream Mapping o mapeo de flujo de valor, para encontrar cuales son los cuellos de botella del proceso de producción e identificar los indicadores de tiempo, de procesos que agregan valor y los que no agregan valor, para entender por qué existen dificultades para cumplir con los plazos de entrega que requieren los clientes. Donde se encontró que la empresa se toma 10.4 días en producir lo que los clientes requieren para 5 días, teniendo en cuenta que la demanda se encuentra en crecimiento, la empresa necesita realizar mejoras para abastecerla.

Por esto, se realizaron propuestas de mejora de procesos y tecnologías, realizando un cambio de proceso de extrusión por moldeo a extrusión continua,

representando el aumento del 200% la capacidad de producción, logrando reducir los tiempos de entrega para la demanda actual de 10.4 días a 3.64 días dado que se reducen los inventarios, procesando todos los materiales de manera continua bajo pedido, el desperdicio que existe de sobre-procesos, defectuosos y movimiento del personal, se reduce en los procesos de moldeo, desmoldeo y enfriamiento, pasando de 11 minutos y 40 segundos a 3 minutos y 8 segundos por cada tabla de madera plástica, esta propuesta se graficó en el Value Stream Mapping futuro o mapeo de flujo de valor futuro.

Por último, se demostró la reducción de los factores críticos de los tiempos de procesamiento entre el modelo actual y el propuesto, demostrando que los plazos de entrega se reducirían un 65% y el tiempo de valor agregado por tabla disminuyen un 74%, cumpliendo con producir una tabla en menor tiempo que lo que exige la demanda actual, la cuál compra una tabla cada 6 minutos y 24 segundos. Mientras la empresa podría producir una tabla cada 3 minutos y 5 segundos. En conclusión, se realizó el cálculo económico de la utilidad operativa que pasó de USD \$1,630.60 semanales a USD \$5,491.60 semanales representando un aumento del 237%, si se realiza la inversión en adaptación de la maquinaria con nuevas tecnologías.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Rosnah y A. Othman, «Lean Manufacturing Implementation in a Plastic Molding Industry,» *AIJSTPME*, pp. 43-52, 2012.
- [2] K. Sharma y S. Lata, «Implementation of Lean Manufacturing in a Plastic Grain Manufacturing in India: A Case Study,» *Journal of Material Science and Mechanical Engineering (JMSME)* , pp. 395-400, 2016.
- [3] S. Robbins, Administración 8va Edición, Mexico: Pearson Education, 2005.
- [4] Menendez, «PrevenBlog,» 2014. [En línea]. Available: <http://prevenblog.com/las-7-mudas/>.
- [5] K. Simon, «iSixSigma,» 10 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.isixsigma.com/tools-templates/sipoc-copis/sipoc-diagram/>.
- [6] G. Quintana, «Usos de Madera Plastica,» *La Revista*, 2016.
- [7] Camara de Industrias de Guayaquil , «Estudio Sectorial Plasticos,» *Publicacion Mensual Camara de Industrias de Guayaquil*, pp. 7-10, 2018.
- [8] Madera Verde Ecuador, «Madera Verde Ecuador,» 2018. [En línea]. Available: [www.maderaverdeecuador.com](http://www.maderaverdeecuador.com).
- [9] J. Castro, J. Mendoza y J. Segura, «Desarrollo e Implementacion de la Herramienta VSM Usando "IDEF0", para laDivision Produccion De LaIndustria Licorera Del Cauca,» *Knowledge E*, pp. 843-852, 2018.
- [10] I. Turkua, T. Kärkia y A. Puurtinen, «Durability of wood plastic composites manufactured from recycled plastic,» *ScienceDirect*, 2018.
- [11] K. Quintero, «Tecnología del Plastico,» Octubre 2015. [En línea]. Available: <http://www.plastico.com/temas/Madera-plastica,-en-un-mercado-que-no-parara-de-crecer,-el-polietileno-es-rey+108640?pagina=2>.

- [12] E. Orozco y J. Cervera, «Diseño y Distribución de Instalaciones Industriales Apoyado en el Uso de la Simulación de Procesos,» *Investigacion e Innovacion en Ingenierias*, 2013.
- [13] Y. Martinez, R. Fernandez, D. Alvarez, M. Garcia y E. Martinez, «Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los tableros de madera plástica producidos en Cuba respecto a los tableros convencionales,» *Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 2014.
- [14] C. Luthaus, Evaluación Organizacional, Ottario: Interamerican developing bank , 2002.
- [15] C. Lusthaus, Evaluación Organizacional, Ottario: Banco Interamericano de Desarrollo, 2002.
- [16] V. Gonzalez, S. Franco, W. Garcia, K. Barcia y D. Sabando, «Modelo del Mapeo del flujo de valor – Value Stream Mapping (VSM) para la Mejora de Procesos de Producción de empresa de Dulcería-Café,» *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 2018.
- [17] A. Garcia, M. Amado, M. Casados y R. Brito, «Madera Plastica Con PET De Post Consumo y Paja De Trigo,» *Revista Ciencia y Tecnologia Universidad de Palermo*, pp. 25-40, 2013.
- [18] J. S. Galan, «Economipedia,» 16 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/barreras-de-entrada.html>. [Último acceso: 20 Junio 2019].
- [19] O. Delgado y J. Medina, «Extrusion de Perfiles Espumados de Madera Plastica,» *Revista de Ingenieria Universidad de Los Andes* , pp. 56-63, 2003.

# ANEXOS

## ANEXO A

### Entrevista en profundidad sobre la situación actual de la empresa

Entrevistador: Emily Camacho

Entrevistado: Ing. William Delgado

Profesión: Ingeniero Industrial

Cargo: Gerente de producción

Tiempo: 2 horas 30 minutos

P1: ¿Podría describir el proceso de fabricación de madera plástica y de donde nació la idea de negocio?

P2: ¿Conoce usted cual es la misión y visión de la compañía?

P3 ¿Dentro de estos procesos ustedes conocen los desperdicios de manufactura existentes?

P4: Existe algún modelo o metodología de innovación dentro de los procesos de producción.

P5: podría explicar cuáles son los tipos de proveedores, las entradas de materiales, salidas y los tipos de clientes que tiene Madera verde Ecuador

P6: ¿Cuáles son los problemas que se experimenta en el área de producción?

P7: ¿Que propuestas de mejoras ofrecería usted para el área de producción?

P8: ¿Cuáles considera usted son los limitantes para implementar este tipo de mejoras?

\*Los resultados del presente cuestionario se encuentran reflejados a lo largo del capítulo 3

## **ANEXO B**

### **Focus Group: Madera Verde Ecuador**

Este grupo focal se llevó a cabo para preguntar a los trabajadores sobre su conocimiento sobre el producto madera plástica y para conocer sus opiniones sobre este producto. Los datos cualitativos recibidos nos ayudarán a comprender lo que piensan acerca de la madera plástica y especialmente si tienen alguna idea de cómo podría mejorar la empresa "Madera Verde Ecuador". Los resultados de esta técnica se presentarán como datos secundarios para nuestro proyecto de tesis.

Objetivos:

- Determinar qué es lo que los participantes conocen sobre el producto Madera Verde Ecuador.
- Identificar las propiedades de la madera plástica y su rol en el cuidado del medio ambiente.
- Describir la jornada laboral de la fábrica.
- Describir el proceso de producción
- Identificar las diferencias y similitudes entre la madera natural y la madera plástica.
- Proponer posibles mejoras en el proceso productivo.

### **Tamaño**

Se realizó este grupo focal con cinco participantes, quienes compartieron sus ideas, preferencias y opiniones sobre la madera plástica.

### **Demografía**

En este caso el grupo estaba formado por: 1 mujer y 4 hombres con edades entre 20 y 55 años.

### **Atmosfera**

Para este grupo focal, tratamos de crear un ambiente relajado en la sala de conferencias y repartimos pizza como incentivo para que las personas participaran. Se hablaron entre sí con la intención de presentarse y conocerse brevemente. El moderador fue Antonio Trujillo; Es miembro del grupo en este proyecto de tesis. Como equipo, hicimos algunas preguntas relacionadas con la madera plástica y la madera normal con el objetivo de identificar la percepción de los participantes del grupo focal.

### Participantes

1	Gloria Rodriguez	29 Años de Edad	Secretaria	
2	Darwin Bustos	28 Años de Edad	Cortador	
3	Raúl Torres	20 Años de Edad	Jornalero	
4	Jacinto Salinas	35 Años de Edad	Operador	
5	William Delgado	55 Años de Edad	Gerente Producción	

### Preguntas

1. ¿Qué es lo que opinan sobre la madera plástica?
2. ¿Cuáles son las características de la madera plástica?
3. ¿Cuáles creen que son las fortalezas de MVE?
4. ¿Qué debilidades creen que posee MVE?
5. ¿En el mercado que se encuentran, que oportunidades creen que existan para MVE?
6. ¿Qué amenazas podrían enumerar para MVE?
7. ¿Cuál es el proceso de producción de la madera plástica?
8. ¿Cuál es el producto que más se vende en MVE?
9. ¿Podrían describirme una jornada laboral normal en MVE?
10. ¿En el proceso productivo existen desperdicios?
  - De tiempo de espera
  - De sobreproducción
  - Transporte

- Procesos inapropiados
- Inventarios innecesarios
- Defectos
- Movimientos innecesarios

## ANEXO C

### Maquinaria y materia prima utilizada actualmente por Madera Verde Ecuador





## ANEXO D

Maquinarias propuestas para su adquisición por Madera Verde Ecuador



Referencia:

<https://grupointermedios.com.br/madeira-plastica/> \$20 mil Brasil

Referencia china: <http://en.caivi-machine.com> precio en china \$8000.

<http://www.zongchengsj.cn>



Referencia: <http://www.cierraindustries.com/flowmoldcarousel.asp>

# ANEXO E

## Cotización de maquinaria recibida por Madera Verde Ecuador



### American Cierra Corporation

491 Grant Avenue  
Auburn, New York 13021

**Quotation #Q17-1201.1**

01 December, 2017

Emily Camacho  
Madera Verde Ecuador  
Tel +593994033293  
Email: [emilycamacho15@gmail.com](mailto:emilycamacho15@gmail.com)

#### **Automated Plastic Lumber Flow Mold Carousel**

**One (1) New: Standard Flow Molding Carousel .....\$ 98,250 USD**

Variable Length Boards: 7 to 12 feet with 3 Wheel Mold Apparatus  
Accommodates up to 12 foot long molds;  
Tank dimensions: 1.8m wide x 4.27m long x 1.37m high.  
Automated Rotating 10 Steel Apertures Fitted in to a Cooling Tank.  
Material Venting Port on Drive Wheel for purge start up.  
Auto & Manual Indexing ; Electronic Gear Drive, 5 HP Motor, 230/460V 3Phz.  
Pneumatic Discharge System;  
Discharge Collection Containment Box;  
Remote Control PLC Satiation w/Emergency Stop;  
Closed Loop Apparatus – for cooling the water;  
Mfg. of carbon steel 10mm thickness;  
Interior is Epoxy Coated;  
All Electrical to ASTM, NEMA, CE approved standards.

INCLUDES: **Two (2) Steel Molds – New** (sizes to be determined) with mounting hubs.

**One (1) New: Air Compressor.....\$ 1,500 USD**

Horizontal Tank, Size 20 gal., HP Motor; RPM 3450; Max. Pressure 135 psi

**One (1) Used: Chiller with Pump.....\$ 9,100 USD**

10 Ton Chiller, Air Cooled, Closed loop system  
Manual Bypass High Flow Pump - 70GPM @ 38PSI  
120,000 BTU/Hr; Digital Temperature Controller

**OPTIONAL: New Adaptor and Nozzle for Customer's Extruder Head.....\$ 10,500 USD**

New Adaptor and Nozzle (size to be determined) to fit customer's Extruder Head to New Carousel Unit.

**All Above Prices Quoted in US Dollars; FOB. Newark, NY USA**

## ANEXO F

### Producto terminado



## ANEXO G

Trabajos terminados realizados con Madera Plástica

