



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MAYONESA, CON LA  
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN PARA LA REDUCCIÓN  
DE DESPERDICIOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS.

Autor

Michael Efraín Coronel Coronel

Año  
2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MAYONESA, CON LA  
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN PARA LA REDUCCIÓN DE  
DESPERDICIOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS.

Trabajo de Titulación presentado de conformidad los requisitos establecidos  
para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía

Msc. Cristina Belén Viteri Sánchez

AUTOR

Michael Efraín Coronel Coronel

Año

2019

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Optimización del proceso de producción de mayonesa, con la aplicación de herramientas lean para la reducción de desperdicios en una empresa de alimentos, a través de reuniones periódicas con el estudiante Michael Efrain Coronel Coronel, en el semestre 201910, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Cristina Belén Viteri Sánchez

Máster en Ingeniería Avanzada de la Producción, Logística y Cadena de  
Suministro

CI: 1715638373

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Optimización del proceso de producción de mayonesa, con la aplicación de herramientas lean para la reducción de desperdicios en una empresa de alimentos, a través de reuniones periódicas con el estudiante Michael Efrain Coronel Coronel, en el semestre 201910, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Natalia Alexandra Montalvo Zamora

Magister en administración de empresas mención en gerencia de la calidad y  
productividad

CI: 1803540598

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Michael Efraín Coronel Coronel  
CI: 1718043134

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, a mis padres, hermanos y abuelita, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, y los cuales han sido siempre mi inspiración para salir adelante y cumplir con todos mis objetivos.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a las dos mujeres más importantes en mi vida, que son, mi Abuelita Laura y mi Madre Elena, sin las cuales no sería la persona que soy ahora, ya que me han enseñado con sus valores y consejos, que no es imposible alcanzar lo que te propones.

## RESUMEN

La empresa donde se realizó el presente proyecto cuenta con cinco líneas de producción, que se derivan en salsas, mermeladas, vinagres, jugos y ajís, donde se identificó que el producto más relevante para la empresa en los últimos años ha sido la mayonesa, debido a sus altos índices de producción y ventas. Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado se realizó el análisis para la optimización del proceso de producción de la mayonesa, puesto que se comprobó que existen ciertos factores en esta línea, que afectan el logro de cumplimientos de la demanda del mercado.

Al ser el producto con mayor interés para la empresa, cuenta con una serie de procesos, lo cuales necesitan ser evaluados, controlados y mejorados, debido a su alta demanda de productividad. Esto ha llevado a buscar herramientas que permitan esta evaluación, control y mejora, para aumentar su niveles de rentabilidad tanto para la empresa, como para sus partes interesadas, es por ello que se ha requerido la aplicación de las herramientas Lean como son el Value Stream Mapping (VSM) y el Overall Equipment Effectiveness (OEE), las cuales permitirán tener un estudio más minucioso de aquellos factores que están generado desperdicios en esta línea, para identificar posibles soluciones que brinden un impacto importante para la eliminación de dichos factores.

De esta manera y mediante técnicas complementarias como son diagramas de flujo, Paretos, Ishikawas, diagrama de hilos, entre otras, se recopilará información necesaria del sistema que conforma la elaboración de este producto, para que por consecuencia se determine el peso que tendrá la implementación de estas herramientas Lean para la organización, y conocer el aumento que se esperará en costo – beneficio a corto y mediano plazo.

## **ABSTRACT**

The company where the present project was carried out has five production lines, which are derived from sauces, jams, vinegars, juices and ajís, where it was identified that the most relevant product for the company in recent years has been mayonnaise, due to its high production and sales rates. Taking into account the aforementioned, the analysis was carried out to optimize the mayonnaise production process, since it was found that there are certain factors in this line that affect the achievement of market demand.

Being the product with greater interest for the company, it has a series of processes, which need to be evaluated, controlled and improved, due to its high demand for productivity. This has led to search tools that allow this evaluation, control and improvement, to increase their levels of profitability for both the company and its stakeholders, that is why it has required the application of Lean tools such as the Value Stream Mapping (VSM) and Overall Equipment Effectiveness (OEE), which will allow a more detailed study of those factors that are generated waste in this line, to identify possible solutions that provide an important impact for the elimination of said factors.

In this way and through complementary techniques such as flow diagrams, Paretos, Ishikawas, wire diagram, among others, necessary information will be collected from the system that makes up the production of this product, so that the weight of the implementation will be determined of these Lean tools for the organization, and to know the increase that will be expected in cost - benefit for the short and medium term.

## ÍNDICE

1. Capítulo I. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.1.1 Introducción de la empresa .....	1
1.1.2 Cartera de Productos.....	2
1.1.3 Maquinaria .....	3
1.1.4 Principales Clientes .....	5
1.1.5 Personal de la empresa .....	5
1.1.6 Organigrama de la empresa .....	6
1.2 Justificación .....	6
1.3 Alcance .....	9
1.4 Objetivo General.....	9
1.5 Objetivos Específicos .....	10
2 Capítulo II. Marco Referencial.....	10
2.1 Conceptos .....	10
2.1.1 Lean manufacturing .....	10
2.1.2 Productividad .....	11
2.1.3 Calidad .....	12
2.1.4 Clean in Place.....	13
2.1.5 Eficiencia .....	13
2.1.6 Mejora.....	14
2.1.7 Mantenimiento .....	15
2.1.8 DoyPack .....	15
2.1.9 VSM – Value Stream Mapping .....	17
2.1.10 TQM – Total Quality Managment – Calidad Total.....	18
2.1.11 TPM – Mantenimiento Productivo Total.....	19
2.1.12 Trabajo estándar.....	20
2.1.13 Rendimiento.....	21
2.1.14 Eficiencia General del equipo (OEE) .....	22
3 Capítulo III. Análisis actual de la empresa .....	23
3.1 Descripción del problema .....	23

3.1.1	Reproceso .....	24
3.1.2	Procesos no estandarizados .....	26
3.1.3	Paras no programadas .....	27
<b>4</b>	<b>Capítulo IV. Gestión de los procesos .....</b>	<b>29</b>
4.1	Matriz FODA .....	29
4.1.1	Fortalezas y Debilidades .....	29
4.1.2	Debilidades y Amenazas .....	31
4.1.3	Pilares estratégicos .....	32
4.2	Mapa de procesos .....	32
4.3	Análisis de Pareto de productos más relevantes para la producción.....	33
4.4	Levantamiento de proceso de producción de mayonesa .....	34
4.5	Levantamiento de proceso de compras .....	35
4.6	SIPOC del proceso de producción de mayonesa .....	36
4.7	Takt time .....	40
4.7.1	Análisis de balance .....	43
4.8	Value Stream Mapping .....	44
4.9	Flujo de material .....	46
4.10	Diagrama de hilos.....	47
4.11	Paras programadas y no programadas .....	48
4.11.1	Pareto de paras programadas y no programadas .....	49
4.12	Clean In Place .....	52
4.13	Registros de producción .....	54
4.14	Registros de Envasado .....	55
4.15	Eficiencia General del Equipo (OEE) .....	57
4.15.1	Rendimiento.....	58
4.15.2	Disponibilidad .....	59
4.15.3	Calidad .....	59
<b>5</b>	<b>Capítulo V. Plan de Mejora.....</b>	<b>61</b>
5.1	Plan de Acción .....	61
5.2	Mantenimiento.....	62

5.2.1	Hoja de Elementos .....	62
5.3	Control sobre tiempos de limpiezas de equipos .....	64
5.4	Reducción tiempos de ciclo .....	65
5.4.1	Proceso de homogenizado .....	65
5.4.2	Proceso de envasado .....	66
5.5	VSM Actual .....	75
5.6	Programa de Mantenimiento Preventivo.....	76
5.7	OEE Actual.....	77
6	Capítulo VI. Análisis de Costo-Beneficio .....	78
6.1	Productividad.....	78
6.1.1	Análisis de costos .....	78
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
7.1	Conclusiones .....	82
7.2	Recomendaciones.....	84
	REFERENCIAS .....	85
	ANEXOS.....	87

## **1. Capítulo I. Introducción**

Hoy en día el tocar el tema del desarrollo empresarial y la productividad es igual de relevante como lo ha sido hace mucho tiempo. De tal manera, que en la actualidad con las distintas coyunturas, se han generado que en el país integren una relevancia singular, por el hecho de la crisis que existe en la parte externa del Ecuador. El tener que enfrascarse en una dependencia únicamente del comercio externo y sus restricciones no garantiza un balance ante el mercado actual. Lo que se debería trabajar es en un análisis profundo para resolver los problemas internos, como es, por ejemplo la caída de los precios del petróleo. Debido a que esto será la manera de mejorar el sistema productivo actual de nuestro país. (El Comercio, 2016).

### **1.1 Antecedentes**

#### **1.1.1 Introducción de la empresa**

La empresa fué fundada el año 2012 por los hermanos Alarcón, los cuales crearon la empresa inicialmente con los productos de salsas (tomate, mayonesa, ajís, entre otros), que hasta el día de hoy se mantienen como productos de marca propia, y posteriormente agregarían otros productos para su maquila a la empresa.

La empresa se dedicada a la producción de distintos productos alimenticios, como son: Salsas (Mayonesa, Salas de Tomate, Salsa BBQ), Mermeladas (Domesticas e industriales), vinagres, jugos y Ajís, para su comercialización y distribución a nivel nacional a través de sus clientes ya sean tiendas o supermercados.

Es una empresa nacional con un giro de negocio netamente manufacturero enfocado a los productos alimenticios, además de contar con la certificación BPM, el cual respalda a la organización sobre las buenas prácticas manufactureras para productos alimenticios.

### 1.1.2 Cartera de Productos

A continuación, se muestran algunos productos con los que trabaja la empresa:



*Figura 1. Cartera de productos*

Tomado de: (Pinandro, 2016).

Sus productos como ya se menciona, se basan en 3 grandes familias:

#### **Salsas**

- a) Salsa de tomate

**Presentaciones:** Botella de vidrio 350g, Doypack 350g, Sachet 8g-50g, Galón 3.8kg, Squeeze 400g.

- b) Mayonesa

**Presentaciones:** Botella de vidrio 220g, Doypack 200g, Sachet 8g-50g, Balde, Squeeze 400g.

- c) Mostaza

**Presentaciones:** Botella de vidrio 220g, Balde 4kg, Squeeze 400g.

- d) Salsa BBQ

**Presentaciones:** Squeeze 400g.

e) Ají casero

**Presentaciones:** Botella 100g.

f) Ají extrafuerte

**Presentaciones:** Botella 100g.

g) Salsa china

**Presentaciones:** Botella de plástico 100gr, Galón 4kg.

### **Mermeladas en presentaciones de 175g.**

h) Guayaba

i) Durazno

j) Frutilla

k) Mora

### **Aderezos**

l) Citrus

**Presentaciones:** Botella plástica 500ml, 1.000ml y 2.000ml.

m) Chimichurri

**Presentación:** Botella de vidrio 130g, Balde 4kg.

n) Vinagre

**Presentaciones:** Botella plástica 500ml, Galón 4kg.

o) Salsa dip

**Presentaciones:** Botella de vidrio 220g.

p) Pasta de tomate

**Presentaciones:** Botella de vidrio 220g y 500g, Balde 4kg, Doypack 200g.

### **1.1.3 Maquinaria**

Por su parte la empresa cuenta además con la siguiente maquinaria:

- Homogenizador:** Producción de mayonesa y aderezo de mayonesa
- Concentrador:** Producción de mermelada doméstica 200-250gr
- Marmita 1 y 2:** Producción de salsa de tomate, BBQ, Aderezo de tomate, mostaza
- Marmita 3 y 4:** Producción de mermeladas industriales 5kg-24kg
- Marmita 7:** Producción mostaza semielaborada
- DoyPacks 1 y 2:** Envasadora de 150, 200, 350 y 400 gr
- Sachetera:** Envasadora de sachets de 8, 80,90 y 100 gr
- Envasadora vidrio:** Envasadora de squeeze de 200, 220, 300, 360 y 400 gr



*Figura 2.* Distribución actual de la empresa



*Figura 3.* Distribución actual de la empresa

La empresa maneja con un ERP llamado Latineen el cual realiza los costeos de los órdenes de producción donde se analizó una demanda de 200 toneladas promedio por mes, pero buscan que sus márgenes de producción mínima sean de 300 toneladas promedio por mes.

Además, cuentan con una planificación mensual donde se detalla que días se producen salas, mermeladas, jugos, etc.

#### 1.1.4 Principales Clientes

Hoy en día los principales clientes son



Figura 4. Principales clientes

Tomado de: (Pinandro, 2016).

pero gracias a la maquila de productos como son las salsas, barras energéticas y cereales lograron abrirse mercado a muchos otros clientes.

#### 1.1.5 Personal de la empresa

La empresa cuenta con 59 colaboradores actualmente los cuales se dividen de la siguiente manera:

- a) **Área administrativa** 9 Personas Incluidos Gerente general y directores
- b) **Área de producción** 30 Personas Incluidos Gerente de producción y 2 Supervisores
- c) **Área de Calidad** 4 Personas Incluido Gerente de calidad
- d) **Área Mantenimiento** 3 Personas Incluido Gerente de mantenimiento
- e) **Área de Logística** 11 Personas Incluido Gerente de Logística
- f) **Área de Ventas** 2 Personas

### 1.1.6 Organigrama de la empresa

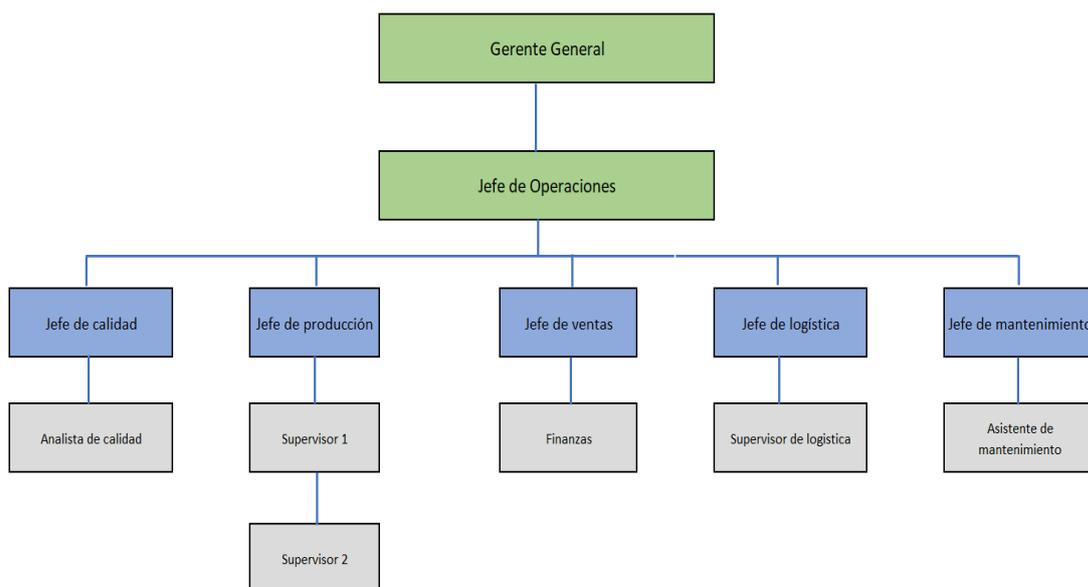
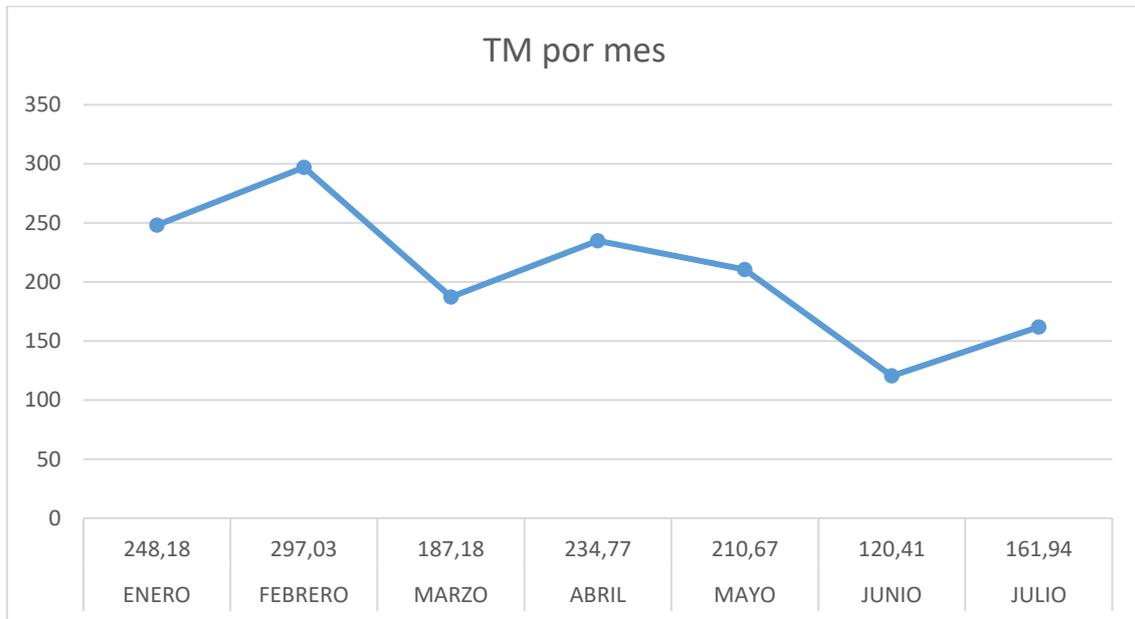


Figura 5. Organigrama de la empresa

## 1.2 Justificación

En los últimos años la empresa ha tenido que lidiar con problemas de productividad latentes, los cuales han generado que la empresa asuma costos innecesarios a lo largo de este tiempo, esto ha provocado que, de 300 toneladas

por mes de producción de mayonesa, (lo cual sería lo óptimo para la empresa), solo se han logrado producir 200 toneladas, como se muestra en la siguiente gráfica.



*Figura 6.* Producción en toneladas mensual

Analizando la productividad en el área de empacado (máquina sachetera), en la línea de producción de mayonesa se obtuvieron los siguientes resultados:

*Tabla 1.*

Datos de producción, máquina sachetera

	Teórico	
	Tiempo	Unidades producidas
<i>1 golpe de máquina sachetera</i>	1 min	24 unidades
<i>Tiempo total</i>	8 horas	11520 unidades

11520 unidades	Optimo
----------------	--------

Real		
	Tiempo productivo	Unidades producidas
1 golpe de máquina sachet era	1 min	24 unidades
paras programadas	5 horas	7200 unidades
paras no programadas		
Desperdicios		
Descansos		

7200 unidades	Real
---------------	------

Análisis de costos	
Teórico - Real	4320 unidades perdidas
Costo por unidad	\$ 0.089
Costo de perdida por unidad diaria producida	\$ 384.48

Por lo cual la empresa, necesita identificar y eliminar los desperdicios generados en la línea de producción de la mayonesa, los cuales son la fuente principal y que desencadena problemas en las misma línea, que se pueden observar claramente en la empresa, con el fin de que estos se puedan eliminar y controlar, esperando resultados óptimos en cuanto a productividad, hablando de las 300 toneladas mes que la empresa ha marcado como objetivo.

Además, se podrá crear indicadores OEE que muestren la eficiencia con la que se está trabajando dicha productividad y así realizar controles estadísticos sobre los posibles problemas que puedan estar afectando a la empresa, y reconocer fácilmente el quiebre de producción en el cual se debería enfocar sus colaboradores y mantener de esta forma un flujo constante a lo largo de la línea.

Por tanto, en el siguiente trabajo de titulación se espera que al poder identificar y reducir los desperdicios que generan la improductividad de la empresa y por tanto mejorar la línea de producción de la mayonesa y así de esta manera se vuelva un proceso más estable y balanceado, siendo este más rentable, ya que actualmente la empresa no genera ningún capital de dicha producción.

### **1.3 Alcance**

Este proyecto se enfoca netamente en la productividad de la empresa , donde se cuenta con siete líneas distribuidas para cada producto, pero en el cual nos enfocaremos específicamente en la producción de mayonesa que es uno de los procesos más importantes y donde se ha detectado más problemas para la empresa, encaminando así este proyecto al porqué de su baja productividad, desde un diagnóstico total del mismo proceso, hasta análisis de la posibles variables y las restricciones que se generan en la línea, para posteriormente crear un plan de mejora a corto y mediano plazo.

### **1.4 Objetivo General**

Optimizar la línea de producción de la mayonesa y eliminar los desperdicios, con el uso herramientas Lean y crear indicadores OEE donde se puedan analizar y estudiar los resultados de productividad de la empresa a corto y mediano plazo.

## **1.5 Objetivos Específicos**

- Levantar información relevante, que ayude a conocer sobre el funcionamiento del proceso de producción de la mayonesa, con la finalidad que se pueda identificar puntos críticos y reconocer donde se esté generando la mayor parte de los desperdicios.
- Aplicar las herramientas VSM y OEE, con el fin de estandarizar y mejorar la línea de producción de mayonesa.
- Crear hojas de operaciones y registros de producción, para la mejora de los puntos críticos analizados en la línea de la mayonesa.
- Analizar costo – beneficio de la implementación de las herramientas lean para el aumento de la productividad en la línea de producción de la mayonesa.

## **2 Capítulo II. Marco Referencial**

Enfocado en el uso de Lean Manufacturing se aplicará varias herramientas y conceptos para el análisis y mejora de la línea de producción de la mayonesa, las cuales se irán aplicando con el fin de garantizar la eficiencia del proyecto en el problema a atacar que es la eliminación de desperdicios y la estandarización.

### **2.1 Conceptos**

#### **2.1.1 Lean manufacturing**

Filosofía enfocada a la gestión de procesos para la mejora de la productividad de la empresa, eliminando actividades que no agregan valor, enfocándose directamente en la satisfacción del cliente, analizando y controlando la línea de

producción de la empresa, de acuerdo a parámetros de tiempos, costos, insumos, rentabilidad y desperdicios.

Es una herramienta utilizada por varias empresas debido al nivel de impacto que ofrece en cuanto a productividad se trata, además de ser una herramienta que permite tener conocimiento de cómo se mueven los procesos desde una perspectiva más minuciosa tomando en cuenta factores que puedan llegar a afectar a las actividades del sistema.

Se basa en distintas técnicas, las cuales, implementadas de la manera correcta, tendrán la capacidad de proporcionar un rendimiento más elevado en la empresa, un área, en una línea de producción específica o también en una máquina. El uso de estas técnicas debe ser de manera lógicas y ordenadas, al igual que deben aplicarse con la mentalidad de tener una visión hacia una productividad más eficiente. Esta herramienta no se puede adquirir en el mercado e implementarla como un software en la empresa, debido a que esta herramienta se basa en la manera en que se realizan las actividades que involucran un procedimiento establecido para la organización y sus trabajadores. (Dudbridge, 2011, pp. 6-7).

### **2.1.2 Productividad**

Es aquello que engloba un sistema de producción de una empresa con los distintos recursos que se ven utilizados para la obtención del mismo proceso.

La definición adecuada para la productividad se basa en qué se realiza y cuánto se realiza, es decir que recursos vamos a requerir para lograr nuestros objetivos y cuánto tiempo nos tomará el cumplir con esos objetivos. A breves rasgos la productividad se ve ligada a una relación que existe entre lo que podemos producir versus los recursos utilizados para que se pueda alcanzar esa

producción, tomando en cuenta los factores de entrada, que son las x cantidades de productos que se puede produjeron por el número de horas totales que se necesitaron para el trabajo. (Bernolak, 2009, pp. 20).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}} \quad (\text{Ecuación 1. Productividad})$$

La productividad no es lo mismo que la rentabilidad, aunque a largo plazo la productividad determina la rentabilidad. Sin embargo, a corto plazo, los beneficios también se ven influenciados por muchos otros factores, como las condiciones actuales del mercado, la inflación, los cambios en los gustos y las modas. Un artículo con alta demanda y poca oferta puede llevar a precios altos y cambios repentinos en las ganancias. Sin embargo, dado que la productividad es una relación de volumen entre los productos y los insumos, no está influenciada por las fluctuaciones de la oferta / demanda, las preferencias del consumidor o los cambios inflacionarios. (Bernolak, 2009, pp. 36).

### **2.1.3 Calidad**

El concepto de calidad se basa en la idea de cumplir con los requerimientos del cliente, bajo estándares y normas establecidas para un producto o servicio, esto con el fin de que el producto o servicio cumpla con requerimientos y necesidades del cliente y sobrepase sus expectativas.

En términos generales, la función de calidad es la recopilación de actividades a través de las cuales descubrimos y satisfacemos las necesidades de calidad de la sociedad. Aplicada a una empresa industrial, la definición se reduce; La función de calidad se convierte en el medio a través del cual la empresa descubre

y satisface las necesidades de calidad de sus clientes. (Stephens y Juran, 2004, pp. 40).

#### **2.1.4 Clean in Place**

Clean In Place es un proceso que combina lo mecánico y lo químico para la eficaz limpieza de un sistema de máquinas, tuberías, tanques, etc. En este proceso se ve involucrados parámetros establecidos para efectuar la limpieza, debido a que debemos tener en cuenta, que es lo que vamos a limpiar, debido a que Clean In Place adapta las condiciones y el diseño que las operaciones muestran a lo largo de un sistema.

Esta técnica permite una limpieza total, mediante desinfección, el enjuague y la adecuada circulación de agua caliente, para eliminar el producto que deseamos limpiar.

El sistema CIP, cuenta con varios controles, sistemas y componentes que logran combinar de acuerdo a las necesidades de la empresa, realizando un equilibrio en cuanto los sistemas hidráulicos utilizados por el CIP y los productos a utilizar para la limpieza. (The coca-cola company, 2014).

#### **2.1.5 Eficiencia**

El cumplimiento de una actividad o una acción con menos recursos. Es un resultado porcentual de una actividad realizada (un producto o un servicio), versus todos los insumos necesitados para dicha actividad.

El tener en cuenta que la eficiencia es parte esencial en una línea de producción puede ser clave para la toma de decisiones, debido a que se hace referencia que la eficiencia, ayuda a cualquier empresa a controlar y analizar la productividad de sus líneas, en cuanto a tiempos y costos.

La definición de eficiencia se ve basado en un estudio desarrollado por Farrell en 1957, donde nos dice que la eficiencia se lo analiza desde un punto basado tanto en las entradas, como en las salidas de un proceso. Además de tomar en cuenta ciertos aspectos, como son los insumos, que centran la parte de los costos y que al final tendrán que ser evaluados con el fin de saber si la empresa, está en la capacidad de reducir sus insumos y determinar hasta qué punto se pueden reducir los costos. Esto se realiza mientras aún se estén produciendo productos en las líneas. (Hansson y Öholmér, 2010, p. 29).

#### **2.1.6 Mejora**

Es el cambio que se produce a partir de parámetros previamente definidos y que se le agrega valor, este concepto hoy en día lo han tomado todas las empresas debido, a que siempre existe un cambio, en cuanto a avances tecnológicos, metodologías, herramientas, etc., lo cual lleva a este tema de la mejora, a un nivel esencial en el cual las empresas deben basarse, tomando en cuenta los factores que generan un impulso positivo y generando mayor nivel de competitividad en cuando al ámbito laboral de la empresa.

La idea de mejora viene acompañada de un concepto de Deming donde muestra un ciclo continuo que marca las pautas que toda empresa deberá buscar, un planear, hacer, verificar y actuar, donde debido a esto nace una referencia para buscar ese cambio positivo, y generar valor a todos los parámetros y variables en los cuales está enfocado la empresa.

### **2.1.7 Mantenimiento**

Son aquellas acciones que permiten el conservar en un estado óptimo un artículo o a su vez restáuralo para que lleve a cabo la función con la que fue diseñada, esto gracias a planes establecidos por la empresa, los cuales aseguran un flujo constante para sus actividades, sin generar tiempos improductivos que puedan afectar a la empresa y se puedan traducir a costos de producción.

La idea principal del mantenimiento y en lo que todas las empresas se enfocan hoy día, son las aplicaciones que se utilizan en la vida real por los miembros que conforman un área de mantenimiento en cualquier empresa, pero muchas veces estas aplicaciones, se ven afectadas por varios problemas de decisión donde se generan complicaciones, y que se relacionan con el nivel de incertidumbre que se pueda presentar. Este nivel de incertidumbre se vuelve, hasta cierto punto una dificultad que puede ir aumentando a medida que se van tomando en cuenta objetivos en conflicto. Un estudio reciente ha demostrado que las actividades anteriormente consideradas, muestran que muchos de los sistemas a reparar están ligados a las fallas aleatorias que se puedan producir, y que pueden generar compensaciones entre costos y beneficios, mientras se apliquen los procedimientos de mantenimiento adecuados.

La incertidumbre de cualquier riesgo debe ser analizada por tomador de decisiones del área de mantenimiento, y el cual deberá señalar los objetivos a tratar para los componentes a cumplir para solucionar fallas en un sistema con la debida determinación de su duración. (Artiba y Riane, 2005, p. 115).

### **2.1.8 DoyPack**

Máquina envasadora automatizada de salsas y mermeladas, a continuación, se muestra las distintas presentaciones que puede realizar la misma máquina

Tabla 2.

*Presentaciones máquina DoyPack*

<b>MAQUINA</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>
DOYPACK 1	150
DOYPACK 1	200
DOYPACK 2	250
DOYPACK 2	350



*Figura 7. Máquina DoyPack*

El material de empaque utilizado es una funda pet con una boquilla utilizada para asegurar que el producto no se abra durante el proceso de empaque y posterior distribución a los distintos clientes de la empresa.



*Figura 8. Envase DoyPack*

Tomado de: (Pinandro, 2016).

### **2.1.9 VSM – Value Stream Mapping**

Es una herramienta gráfica que nos permite identificar los flujos de información y de materiales a través de una línea de producción necesarias para que llegue hasta nuestro cliente, para después poder analizar cuáles son las actividades que no están generando valor, y que pueden estar generando desperdicios. Este diagrama es comúnmente utilizado para poder controlarlas y eliminar los desperdicios generados en el proceso.

Esta herramienta permitirá realizar mediciones de variables latentes en la empresa, además de mostrarnos que actividades son las que afectan a que la producción sea lo más balanceada posible, generando la menor cantidad de desperdicios.

En esta herramienta se logra analizar la llamada gestión de flujo de valor, que involucra un proceso que entiende, mide y además mejora el proceso y las interrelaciones que existen entre todas las actividades involucradas, ya sean costos, servicios y calidad de los productos, de tal manera que la empresa se vuelva más competitiva como sea posible. Por otra parte, la gestión de flujo de valor interpreta todo el escenario necesario para la implementación de una mejora lean, que abarcará a toda la empresa en toda su cadena de valor, para que de esta manera se pueda evitar que la empresa siga recayendo en un sistema de enfoque tradicional y no se puedan generar una eficiencia más elevada en todas las áreas de la misma. (Keyte y Drew, 2016, p. 19).

Con esta herramienta se logrará tener un proceso estandarizado y balanceado de tal manera que se tenga las actividades que, si generen valor a la empresa con un flujo continuo, sin generar desperdicios y esperando los mejores resultados de eficiencia y eficacia en la línea.

La mayor desventaja de aplicar esta herramienta es que se deben diagnosticar con más minuciosidad las variables a medir es decir se debe tener en claro, ¿qué se va a medir?, ¿cómo se va a medir?, y ¿cuándo se va a medir?

#### **2.1.10 TQM – Total Quality Managment – Calidad Total**

Esta herramienta se usa con el fin de que exista una calidad tanto para los clientes externos, como los miembros de la organización que son los clientes internos. Se basa en el concepto de que los miembros de la empresa sepan que la calidad es un punto importante en todos los procesos, y así crear soluciones a distintos problemas de productividad que se puedan generar en base a resultados en una línea de producción.

La definición más acertada para la gestión de la calidad total es el acoplamiento de todas las actividades y funciones que se realizan dentro de una empresa, con el fin de alcanzar una meta como es la mejora continua en cuanto a calidad de producto y servicio que pueda ofrecerse. Basado en la definición anterior se dice que el objetivo de esta herramienta es la búsqueda de la satisfacción del cliente. (Ross, J., 2017, p. 45).

Con esta herramienta se logra crear un ambiente más productivo, se mejora la eficiencia de los procesos y no se generan desperdicios, basándose en la definición de Calidad a la primera, que se refiere a alcanzar la mayor eficiencia y eficacia en cuanto productividad sin generar desperdicios y a la primera.

Gracias a esta herramienta se podrá detectar errores y en la producción del producto, y se podrá crear graficas estadísticas que nos muestren los resultados obtenidos en cada proceso y verificar si se están obteniendo los objetivos esperados por la empresa, mediante un PHVA.

Entre las desventajas de aplicar esta herramienta es la cooperación de los miembros de la empresa, ya que muchas veces y en todas las empresas se puede notar mucho la resistencia al cambio que se ha vuelto un problema muy fácil de detectar.

#### **2.1.11 TPM – Mantenimiento Productivo Total**

Esta herramienta se basa en tener los equipos a disposición en todo momento, con el fin no generar desperdicios como paras, tiempos de reparación, cambio de equipos, etc. De esta manera se realiza una producción continua y se aumenta la eficiencia de productividad en la empresa, sin generar estar paras no programadas.

Con esta herramienta se eliminarán esos tiempos improductivos de la empresa y se lograra una mayor eficiencia en la productividad de la empresa, además de tener identificado y controlado las paras no programadas que generan costos de producción.

El Mantenimiento productivo total se basa en una serie de procesos sistemáticos que se utilizan para la adecuada optimización efectiva total de una máquina o equipo, esto lo realiza con el fin de lograr una minimización del tiempo disponible de una máquina debido a la presencia de ciertos factores que puedan generar una para, ya sean reparaciones o el rendimiento de lo que la máquina pueda ofrecer. El TPM integra a los operadores de tal manera que sean un apoyo para el mantenimiento: los operadores realizan actividades rutinarias de mantenimiento menor o limpiezas, para que de esta manera delegar las actividades de mantenimiento mayores como son mantenimientos eléctricos, mecánicos, de prevención y de control, al área de mantenimiento. (Socconini, L., 2014, pp. 22-23).

Gracias a esta herramienta se podrá medir y controlar las variables que existen en la empresa, de tal manera que se pueda disminuir o eliminar las paradas no planeadas en la línea de producción, sin generar gastos extras para la empresa.

Al igual que el TQM el TPM muestra la misma desventaja que es la colaboración de los trabajadores de la organización, ya que las mediciones y análisis de los rendimientos de las máquinas se necesita la colaboración y el interés de los mismos, además de formación y la capacitación para mantener la herramienta.

#### **2.1.12 Trabajo estándar**

Esta herramienta se enfoca en mejorar los niveles de rendimiento de un proceso, a través de la eliminación de desperdicios, con ayuda análisis hombre – máquina, es decir se estandariza el proceso a ritmo óptimo para la producción y se generan celdas de trabajo que ayudarán crear operaciones más flexibles cumpliendo a la demanda del cliente.

Esta herramienta se aplica desde que se logra obtener información relevante para todos los procesos (los llamados tiempos de operación), desde que se logra identificar y conocer como es la debida secuencia de cada actividad y cuál es la relación que existe con su velocidad de respuesta a la demanda (takt time). (Socconini, L., 2014, p. 17).

Por medio de esta herramienta se logrará tener una línea de producción más balanceada, dando como resultado procesos más eficientes y eficaces, de forma más segura en cuanto a calidad del producto, además de permitir identificar las posibles anomalías en el proceso y tomar decisiones fácilmente en base a resultados obtenidos.

Se espera que con esta herramienta los niveles de productividad aumenten, debido a la eliminación de desperdicios que se puede atacar gracias a esta herramienta, y así crear un proceso con un flujo y ritmo constante, asegurando que el producto mantendrá sus niveles de calidad y estándar.

### **2.1.13 Rendimiento**

El rendimiento es el conjunto de actividades que generan y garantizan que todas las metas y objetivos se lleguen a cumplir de manera eficiente y eficaz, durante y después de todas las operaciones a realizarse. El rendimiento puede ser medido para un tipo de proceso ya sea manufacturero o de servicio, para un área, o incluso puede enfocarse para un trabajador. (Cruelles, 2013, pp. 37-50)

### **2.1.14 Eficiencia General del equipo (OEE)**

El OEE se basa en el cálculo de la eficiencia en porcentaje de una máquina, es decir mide el rendimiento, disponibilidad y calidad de un equipo, en un proceso productivo, analizando los desperdicios que se pueden haber generado, con el fin de tener una noción acertada de cuan eficiente fue dicha producción. Esto es posible gracias a ciertas variables que se miden con anterioridad, pero las más importante y la que se debe tomar en cuenta es la de capacidad de la máquina, debido a que este será el factor determinante para el cálculo, puesto que no se puede salirse de los rangos de la capacidad de la máquina sino se estaría generando desperdicios.

La herramienta OEE se lo define naturalmente como la eficiencia general que puede alcanzar un equipo. Esta herramienta se implementa con el fin de tomar una medición acertada de la eficiencia total del funcionamiento de una máquina, la producción que puede alcanzar y los defectos que esta pueda presentar en la misma producción. De esta manera el objetivo fundamental de esta herramienta será el reducir los desperdicios generados en la producción, ya sean estos, reducción en los rendimientos de la máquina, reducción en la disponibilidad. como las averías de la máquina o que este deje de funcionar, y los defectos causados por los mismos operarios en la línea de producción.

El análisis total de la máquina debe contener tanto el comportamiento de la máquina, como es la capacidad de abastecimiento, las unidades que pueda producir y los tiempos de funcionamiento, como las paradas que puedan presentarse por algún tipo de evento que no estaba planificado (para no programadas). Los desperdicios generados que pueden afectar al rendimiento de la máquina son: el tiempo de trabajo que se ejecuta por debajo de la capacidad de lo máquina puede producir y la disminución en la velocidad de

unidades por minuto. Existe un tercer tipo de desperdicio que se debe tomar a consideración que es el reproceso que puede suscitarse debido a defectos producidos por la máquina o por los operarios tanto al inicio como al final de la producción. (Nakajima, 1989, p. 48).

**Nota:** Como resultado de este proyecto se espera que al implementar estas herramientas Lean, se pueda optimizar el proceso de producción de la mayonesa y generar mayores rendimientos de productividad, eliminando y controlando los desperdicios que genere la empresa. Además de crear indicadores que se acoplen a la empresa y que me muestren los resultados de productividad esperados a corto, mediano y largo plazo.

### **3 Capítulo III. Análisis actual de la empresa**

#### **3.1 Descripción del problema**

La empresa desde hace varios años ha sabido ser competitivo en el mercado, abriéndose campo con distintos clientes reconocidos a nivel nacional, respondiendo a la demanda que solicitan cada uno de esos clientes.

Hoy en día la empresa ha tenido que modificar una serie de parámetros en la obligación de mantener el éxito que han sabido llevar, pero a medida que su crecimiento avanza, se ha podido identificar varios problemas que no se han sabido controlar, provocando un bajo nivel de productividad, de rentabilidad y de sostenibilidad. Es por esta razón que se ha identificado los problemas que se han venido dando en las líneas de producción, específicamente en la línea de la mayonesa la cual es su producto con más ventas que registra la empresa.

Los cuales han hecho que los rendimientos de muchos procesos sean muy por debajo de sus niveles óptimos, provocando obviamente pérdidas que la empresa debe acatar en ciertos casos.

Por consecuencia de los problemas descritos se los analizó de tal manera que sean los problemas más relevantes para la empresa, y se presenta a continuación:

### **3.1.1 Reproceso**

El Primer problema que se pudo identificar es el reproceso, es uno de los problemas más notables en la línea del DoyPack debido a varios problemas: entre ellos y los más significativos para que el problema se presente han sido, las malas calibraciones producidas por la parte de los operarios hacia la máquina o defectos de la misma máquina para que el producto no sea el adecuado para su distribución. A continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa analizado para este problema:



Figura 9. Diagrama de Ishikawa Reprocesos

En el área de empaque la empresa cuenta con uno de los desperdicios más visibles de toda la empresa, que es el reproceso ya que la máquina no está lo suficientemente calibrada y en varios lotes de producción, existe producto que tiene que pasar dos veces por la envasadora hasta que sea llenado correctamente en los DoyPacks (que es la máquina envasadora de mayonesa), en consecuencia se producen un 20% pérdidas de producto y a la vez se genera reproceso en esta área creando gastos de producción que al igual que el desperdicio anterior la empresa asume en su siguiente producción o en una orden de producción mayor. Por ejemplo, en el empackado de la mayonesa se necesita al menos 5 personas para que la producción no se retrase y genere un cuello de botella, dejando a otras líneas sin operarios o sobrecargándolos de actividades y dejando un desbalanceo en toda la línea, debido a la falta de calibración de las máquinas o un control de desperdicios en las mismas.

### 3.1.2 Procesos no estandarizados

Otros de los problemas presentes en la empresa ha sido los procesos no estandarizados. Este problema se lo ve en varias de sus líneas, pero donde el problema se detecta fácilmente ha sido en la producción de la mayonesa, esto debido a que no se tiene un estándar establecido a lo largo de esta línea y se genera desbalanceo y tiempos improductivos en varias de sus actividades. A continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa analizado para este problema:

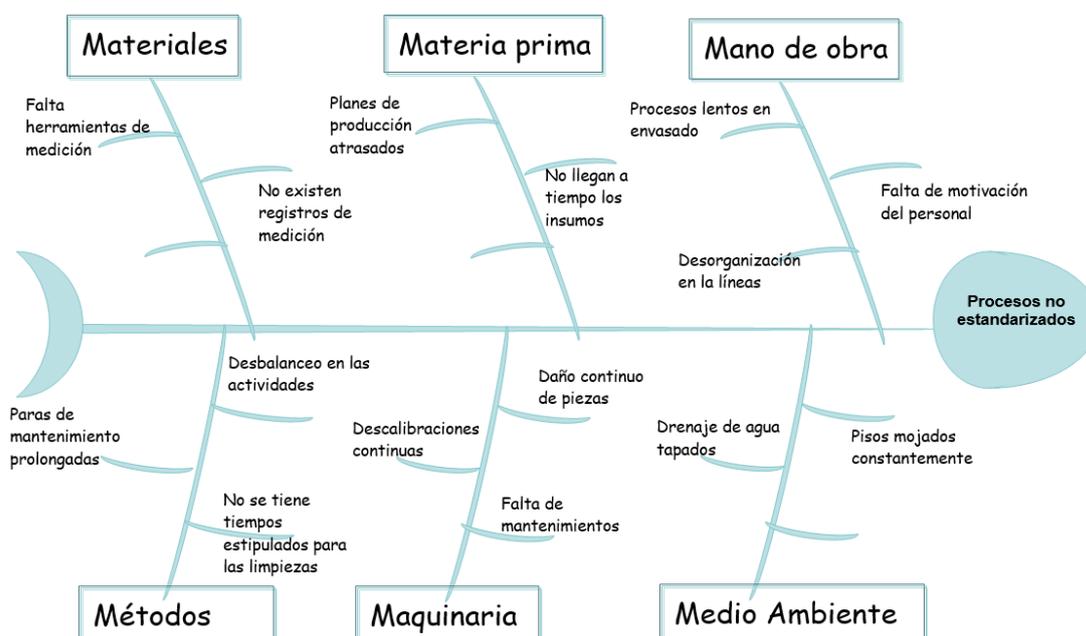


Figura 10. Diagrama de Ishikawa Procesos no estandarizados

Otro de los problemas que se pudo observar es que no se cuenta con procesos estandarizados, es decir que no se encuentran medidos y controlados. Es por esta razón que de 4 lotes de producción que sería un valor óptimo para la empresa, se han tenido solo 3 o muchas veces hasta 2 lotes producidos generando pérdidas y obviamente sin tener los recursos para responder a la demanda de los clientes. Actualmente se tiene un claro problema en el tema de estandarización sus procesos, ya que esto genera costos para la empresa en

tiempo, dinero y recursos, además de que no se trabaja eficientemente en la línea y esto genera una baja productividad debido a que su producción por tonelada/mes debería alcanzar las 300 toneladas.

### 3.1.3 Paras no programadas

El último problema que se pudo identificar es las paras no programadas. La empresa ha tenido que lidiar con este problema desde hace varios años, debido a que no se cuenta con planes de acción satisfactorio que combatan cuando este problema se presenta, tardando mucho en tener una respuesta rápida y generando desperdicio en tiempo y en costos de producción. Tanto ha sido el impacto de este problema que ha causado que en varias ocasiones la empresa se vea en la obligación de cambiar sus planes de producción, porque los operarios no pueden continuar con sus actividades por estos eventos inesperados. A continuación, se muestra el diagrama de Ishikawa analizado para este problema:



Figura 11. Diagrama de Ishikawa Paras no programadas

La empresa no cuenta con un plan de control o protocolo a seguir para controlar este desperdicio, por lo tanto, cuando se presentan tiempos muertos, fallas eléctricas, fallas de maquinaria, entre otras. La empresa asume los costos perdidos de producción y tratan de compensar esa pérdida con órdenes de producción mucho más grandes o muchas veces sobre produciendo más para cubrir con la demanda atrasada, lo cual genera gastos extras en cuando a materia prima, transporte, costos mantenimiento de maquinaria, etc.

Por ejemplo, la empresa ha tenido que liderar últimamente con problemas de electricidad, debido a fallas en los generadores de energía que proporciona la empresa eléctrica, esto causando inactividad en las máquinas y generando paras tanto en el turno de tarde como el de la noche, obligándolos a realizar una producción extra en el siguiente turno provocando desorden en los planes de producción ya establecidos.

Como consecuencia de dichos problemas la empresa ha estado generando mermas a lo largo de su línea de producción y esto ha ocasionado bajos índices de productividad, por tanto, la medición y control de estos desperdicios debe realizarse desde la fuente que son las máquinas envasadoras.

Finalmente se analizó que el mayor impacto se produce en donde se da en el área de empaque, ya que es ahí donde se producen la mayor cantidad de desperdicios o mermas. Es importante acatar que la empresa ha tomado medidas que a largo plazo le están funcionando, como son registros de control donde se identifica todos los datos obtenidos en el lote producido, es decir tiempos, número de colaboradores, paras y otras variables que se pudieron ver afectadas al momento de la producción, esto ha ayudado para la toma de decisiones y cambios a realizarse en la línea de producción.

## 4 Capítulo IV. Gestión de los procesos

### 4.1 Matriz FODA

Mediante la matriz FODA se busca analizar los pilares estratégicos en los cuales la empresa toma como base para la ejecución de sus procesos a nivel macro, por tal motivo se analiza los distintos factores tanto internos como externos que presente la empresa para cumplir con sus procedimientos.

#### 4.1.1 Fortalezas y Debilidades

A continuación, detalla las fortalezas y debilidades de la empresa, las cuales, mediante distintos parámetros detallados en el diagrama, han sido la referencia frente al mercado para dar un buen nivel competitivo y respuesta frente a factores internos de la empresa. Esto se realiza con el fin de llegar a controlar y mejorar mediante planes de mejora continua.

Tabla 3.

#### *Perspectiva Financiera*

			Fortalezas	Debilidades
Perspectiva Financiera	Rentabilidad / ROI		Bajos precios	Disminución de su participación en el mercado. Durante tres años se estableció una estrategia que no ha conseguido sus objetivos.
	Financiación			Financiación dificultosa porque no cuenta con el respaldo económico adecuado

Tabla 4.

*Perspectiva del cliente*

Perspectiva Cliente	Servicio al cliente		La empresa tiene abierto mercado a nivel nacional en las principales ciudades del país	El servicio al cliente empeora por la falta de mantenimiento de K.H. de la empresa
	Manejo de Quejas y Reclamos			Se resuelven las quejas y reclamos reorganizando los planes de producción
	Satisfacción Cliente		Rápida respuesta ante las demandas del mercado Lealtad de sus clientes.	

Tabla 5.

*Perspectiva del de los procesos*

Perspectiva Procesos	Productividad			Faltan herramientas que analicen la productividad de la empresa
	Aseguramiento y Control de Calidad		Controles de calidad a lo largo de la línea de producción de mayonesa	
	Indicadores de Gestión			No se cuenta con indicadores de gestión que muestren la productividad de la empresa para la toma de decisiones
	Cultura de Calidad		Se pretende contratar un servicio de consultoría para mejorar el desempeño, eficacia y eficiencia del SGC.	
	Sistema de calidad			

Tabla 6.

*Perspectiva de aprendizaje y crecimiento*

Perspectiva aprendizaje y crecimiento	Recursos Humanos	Competencias		No se estandariza adecuadamente el Know-How de la empresa
	Tecnología	Software		No posee sistema contable
	Infraestructura	Edificios	Se dispone de bodegas adecuadas y esto facilita la existencia de inventarios	No se dispone de instalaciones que permitan el espacio adecuado para realización de los procesos de producción
		Maquinaria	Se cuenta con máquinas especializadas para la producción de mayonesa y para el área de envasado del producto	Falta de disponibilidad de las máquinas por PARAS extendidas

### 4.1.2 Debilidades y Amenazas

Posteriormente se analiza las debilidades y amenazas las cuales no se pueden controlar, ni cambiar, pero que llegan a afectar a la empresa directa e indirectamente en sus actividades.

Tabla 7.

#### *Debilidades y Amenazas*

	Oportunidades	Amenazas
<b>Político</b>	El gobierno incentiva la inversión en los medios productivos para los pequeños y medianos empresarios.	
<b>Económico</b>	Posibilidad de abrirse mercados en el resto de provincias del país	Costos de elevados de transporte y logística
<b>Social</b>	Resoluciones gubernamentales que van a incrementar las ventas en sectores específicos	
<b>Ambiental</b>		Aparición de enfermedades endémicas que afectan a la calidad de la materia prima
<b>Legal</b>	Cambios en normativa	
<b>Tecnológico</b>	Con el acuerdo de UE la empresa va a tener mejores oportunidades para adquirir tecnología de punta	Fabricación de productos similares por parte de la competencia que son bien aceptados por los clientes
<b>Otro</b>		

Una vez analizado el FODA se procede a realizar la combinación de Fortalezas – Oportunidades y Debilidades – Amenazas, con ponderaciones establecidas para cada una de las combinaciones posibles y que se toman como referencia para dicho análisis, esto se realiza con el fin de identificar los pilares estratégicos en los cuales la empresa deberá enfocarse para el éxito sostenido de mediano y largo plazo.

Finalmente, en base a los análisis realizados en las tablas descritas, se puede tomar como referencia los puntos más relevantes para la elaboración de los pilares estratégicos y los cuales se verán enfocados en las combinaciones señaladas en las tablas.

### 4.1.3 Pilares estratégicos

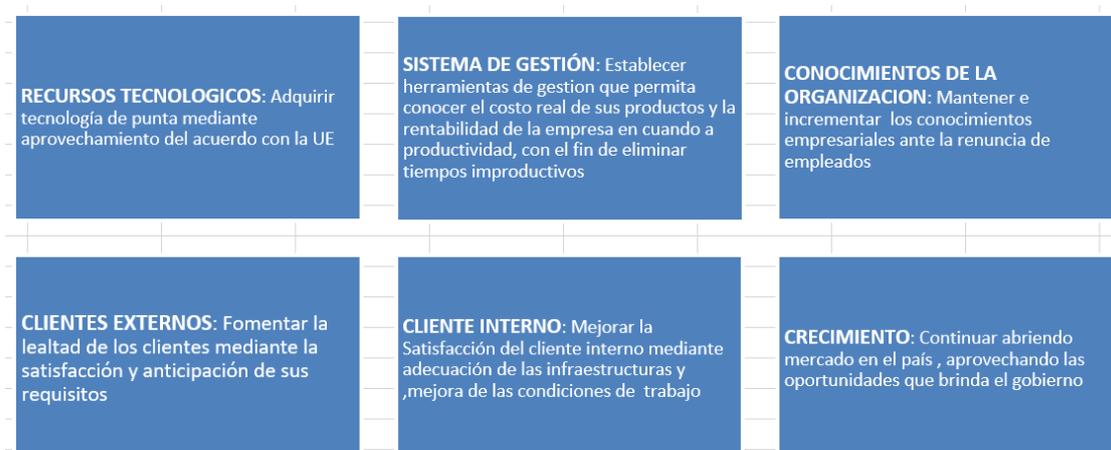


Figura 12. Pilares estratégicos

## 4.2 Mapa de procesos

Basados en los pilares estratégicos de la empresa, analizados anteriormente en el FODA, se detalla el mapa de procesos a continuación, en el cual se analiza la cadena de valor de todos los procesos a realizar por la empresa.



Figura 13. Mapa de procesos

### 4.3 Análisis de Pareto de productos más relevantes para la producción

Se tomaron los datos del mes de noviembre, para realizar un análisis del total de veces que fueron elaborados todos los productos con los que cuenta la empresa, y que se llevaron a cabo de acuerdo a las órdenes de producción, ya definidas para dicho mes, esto con el fin de identificar que producto es el más relevante para la empresa, y por tanto saber en qué proceso se deben tomar medidas de control y de mejora.

Tabla 8.

*Pareto de productos*

No	PRODUCTO	FRECUENCIA DE PRODUCCIÓN	FRECUENCIA ACUMULADA	% FRECUENCIA ACUMULADA
1	Mayonesa	39	39	44%
2	Salsas	27	66	75%
3	Mermeladas	11	77	88%
4	Citrus	6	83	94%
5	Otros	5	88	100%
	TOTAL	88		

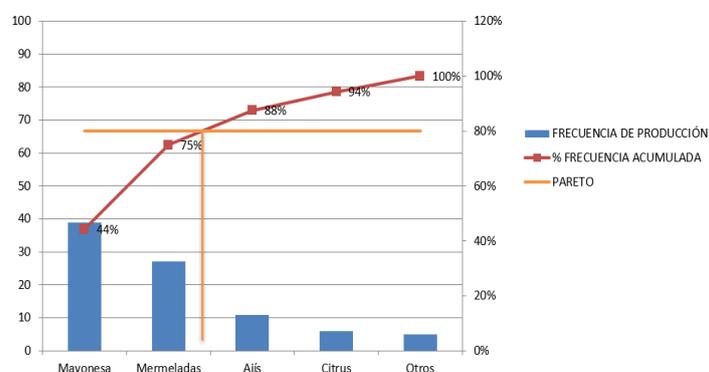


Figura 14. Pareto de productos más relevantes

#### 4.4 Levantamiento de proceso de producción de mayonesa

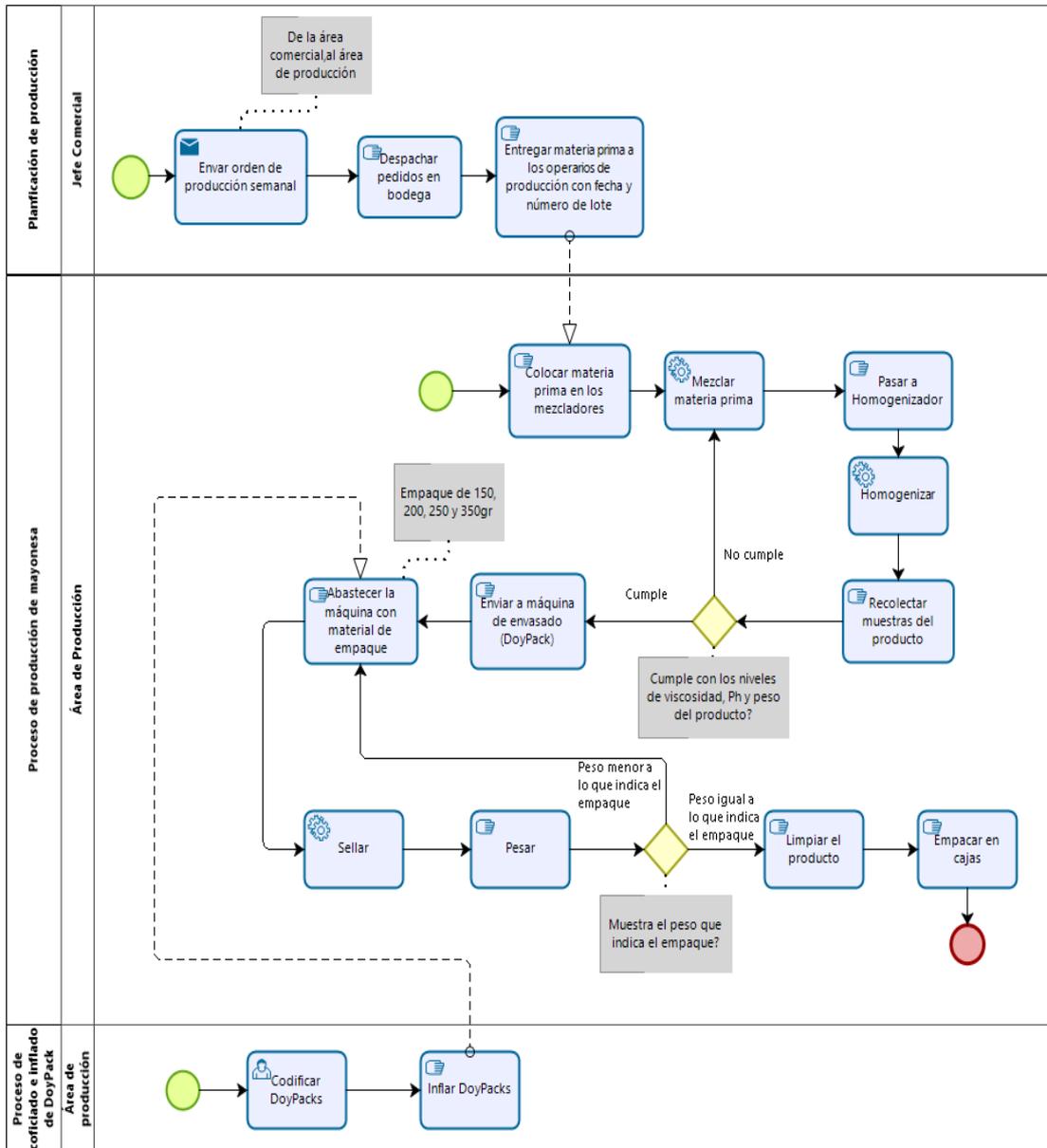


Figura 15. Flujo de procesos producción de mayonesa

### 4.5 Levantamiento de proceso de compras

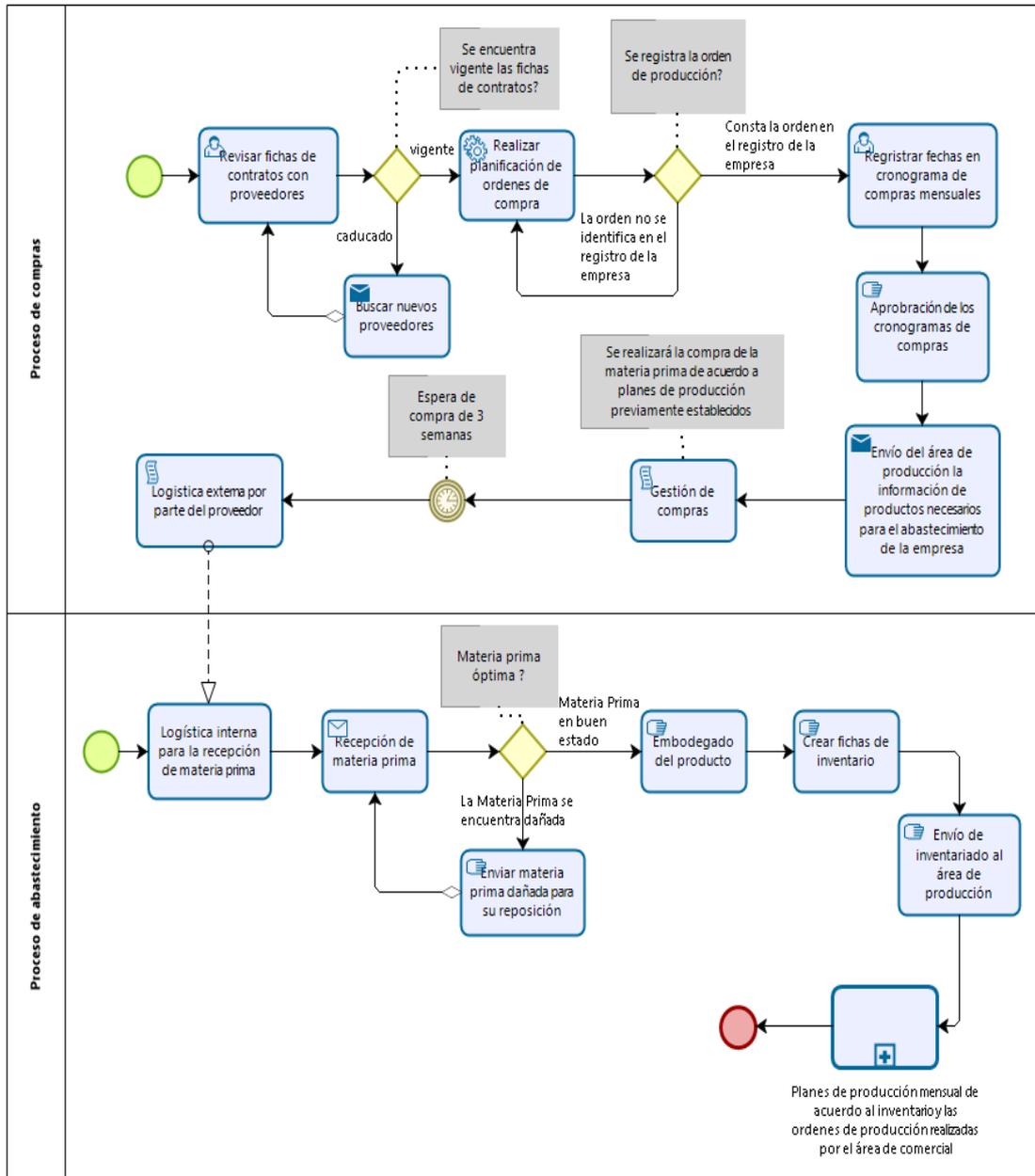


Figura 16. Flujo de procesos de compras

#### 4.6 SIPOC del proceso de producción de mayonesa

Con el objetivo de analizar los movimientos, tiempos y desperdicios, se realizó un debido análisis minucioso de las actividades que están involucradas en el proceso de producción de la mayonesa, de esta manera la herramienta SIPOC nos permite conocer las entradas, las salidas y el proceso de cada una de estas actividades, y tomar como base para la identificación de las variables que pueden o no generar valor a la línea de la mayonesa.

*Tabla 9.*

##### Materiales en los mezcladores

<b>PROCESO:</b> Colocar los materiales en los mezcladores		<b>RESPONSABLE:</b> Operario de producción		
<b>OBJETIVO</b> Incorporar la materia prima a los mezcladores				
<b>ENTRADAS</b>		<b>PROCESO</b>		<b>SALIDAS</b>
<b>PROVEEDOR</b>	<b>ENTRADAS</b>	<b>Se recoge la orden de producción en el área comercial</b>		<b>SALIDA</b>
Bodega	Orden de producción	<b>Traslado al área de bodega</b>		Materia prima en el homogenizador
	Materia prima: Huevos	<b>Pedido de materiales necesarios para producción</b>		
	mostaza	<b>Recepción de materiales</b>		
	limón	<b>Traslado al área de producción</b>		
Area comercial	aceite	<b>Registro de la hora y orden de producción</b>		
	sal	<b>Se ingresa la materia prima los mezcladores</b>		
	pimienta			
				Operario de Producción
<b>RECURSO HUMANO</b>	<b>RECURSO FÍSICO</b>	<b>DOCUMENTACIÓN</b>	<b>REQUISITOS LEGALES</b>	
Supervisor de producción y Operario de producción	Homogenizador	Ficha de orden de producción	BPM	

Tabla 10.

## Mezclado

PROCESO: Mezclado		RESPONSABLE: Operario de producción		
OBJETIVO: Mezclar la materia prima ingresada a los mezcladores				
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
PROVEEDOR	ENTRADAS		SALIDA	CLIENTE
Operario de producción	Cocción de la materia prima	Abrir las tapas de los mezcladores	Mayonesa	Operario de Producción
		Verificar que la materia prima se ingreso uniformemente		
		Proceder a mezclar la materia prima en los mezcladores		
		Esperar hasta que la densidad y consistencia de los ingredientes sea la apropiada para ser enviada al homogenizador		
Operario de producción	Homogenizador	Registro de ingreso de productos	BPM	

Tabla 11.

## Homogenizar

PROCESO: Homogenizar		RESPONSABLE: Operario de producción		
OBJETIVO: Mezclar la materia prima ingresada al homogenizador				
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
PROVEEDOR	ENTRADAS		SALIDA	CLIENTE
Operario de producción	Materia prima	Pasar materia prima desde los mezcladores al homogenizador	Cocción de la materia prima	Operario de Producción
		Tapar el homogenizador de tal manera que no escape presión de aire		
	Calentamiento de la máquina	Verificar que la máquina se encuentre correctamente asegurada		
		Homogenizado 15 min		
	Mediante bombeo enviar la mayonesa por tubos transportadores			
Operario de producción	Homogenizador	Registro de ingreso de productos	BPM	

Tabla 12.

## Control de calidad

PROCESO: Control de calidad		RESPONSABLE: Analista de calidad			
OBJETIVO: Analizar y definir la calidad del producto realizado en la orden de producción establecida					
ENTRADAS		PROCESO		SALIDAS	
PROVEEDOR	ENTRADAS			SALIDA	CLIENTE
Operario de producción	Cocción de la materia prima	Recoger muestra de 25 gr de los tanques colectores		Control de calidad del producto	Área de Calidad
		Transporte al área de calidad			
		Análizar densidad de la mayonesa (0.91 gr/cm <sup>3</sup> )			
		Análizar Ph de la mayonesa (2.84 de acidez)			
		Análizar peso de la mayonesa (11.85 gr)			
Llenar la hoja de registro del control de calidad realizado					
RECURSO HUMANO	RECURSO FÍSICO	DOCUMENTACIÓN	REQUISITOS LEGALES		
Operario de producción y Jefe de Calidad	Homogenizador, Tanques colectores, Medidor de densidad y Ph, Balanzas para peso de producto	Registro de calidad	BPM		

Tabla 13.

## Abastecer máquina envasadora DoyPack

PROCESO: Abastecer máquina envasadora DoyPack		RESPONSABLE: Operario de producción			
OBJETIVO: Realizar el envío del producto desde el homogenizador, a través de tubos transportadores, hasta la envasadora					
ENTRADAS		PROCESO		SALIDAS	
PROVEEDOR	ENTRADAS			SALIDA	CLIENTE
Operario de producción	Mayonesa transportada desde homogenizador	Trasladarse al área de bodega		Mayonesa en máquinas envasadoras	Operarios de producción
		Realizar el pedido de material de envase de acuerdo a la orden de producción			
		Recibir el material de envase			
		Trasladarse al área de producción			
		Calibrar las máquinas de envasado de acuerdo al tamaño del envase			
Abastecer la máquina con material de empaque					
RECURSO HUMANO	RECURSO FÍSICO	DOCUMENTACIÓN	REQUISITOS LEGALES		
Operario de producción y Responsable de bodega	Tubos transportadores y DoyPack	Registro de material de empaque utilizado	BPM		

Tabla 14.

## Sellado

PROCESO: Sellado		RESPONSABLE: Operario de producción			
OBJETIVO: Sellar la mayonesa en materiales de empaque					
ENTRADAS		PROCESO		SALIDAS	
PROVEEDOR	ENTRADAS	Colocar el material de empaque en la máquina DoyPack		SALIDA	CLIENTE
Operarios de Producción	Mayonesa	Llenado automático de producto en el material de empaque		Sellado del producto	Operarios de producción
		Control de llenado en el empaque			
		Sellado automático en el material de empaque			
	Material de empaque DoyPack 100 gr	Control del sellado del empaque			
RECURSO HUMANO	RECURSO FÍSICO	DOCUMENTACIÓN	REQUISITOS LEGALES		
Operario de producción	DoyPack	Registro de envasado	BPM		

Tabla 15.

## Pesado

PROCESO: Pesado		RESPONSABLE: Operario de producción			
OBJETIVO: Definir que el peso del producto sea lo que indica el envase					
ENTRADAS		PROCESO		SALIDAS	
PROVEEDOR	ENTRADAS	Recoger el producto sellado de la máquina		SALIDA	CLIENTE
Operarios de Producción	Producto sellado	Identificar si el producto está correctamente sellado		Producto pesado	Operarios de producción
		Limpiar el producto			
		Colocar en la balanza cada producto			
		Identificar si el producto muestra el peso indicado para el envase			
RECURSO HUMANO	RECURSO FÍSICO	DOCUMENTACIÓN	REQUISITOS LEGALES		
Operario de producción	DoyPack	Registro de envasado	BPM		

Tabla 16.

## Empaque de productos en cajas

PROCESO: Empacar el producto en cajas		RESPONSABLE: Operario de producción		
OBJETIVO: Colocar los productos en cajas de 24 unidades				
ENTRADAS		PROCESO	SALIDAS	
PROVEEDOR	ENTRADAS		SALIDA	CLIENTE
Operarios de Producción	Producto terminado	Trasladarse al área de bodega	Producto Terminado en cajas de 25 unidades	Operarios de producción
		Realizar el pedido de material de empaque de acuerdo a la orden de producción		
	Recibir el material de empaque			
	Trasladarse al área de producción			
	Colocar la unidades en la cajas			
	Cajas de 25 unidades	Sellar las cajas		
	Enviar a al inventario para su distribución			
RECURSO HUMANO	RECURSO FÍSICO	DOCUMENTACIÓN	REQUISITOS LEGALES	
Operario de producción y responsable de bodega	DoyPack	Registro de material de empaque utilizado	BPM	

#### 4.7 Takt time

Se tomaron los datos de la demanda del último año 2018, de la producción de la mayonesa envasado en Doy Packs, esto con el fin de analizar el Takt time del proceso, mediante datos adicionales mostrados en la tabla de Takt time (Figura 14), que permiten el cálculo de dicho valor, y que por tanto se determinó que el Takt time requerido para la producción de la mayonesa deberá ser de 17 segundos por unidad, es decir que para cumplir con las demandas del cliente sin generar sobreproducción o desperdicios en cuanto a materia prima o tiempos de respuesta al mercado, la empresa deberá producir una unidad en los 17 segundos establecidos.

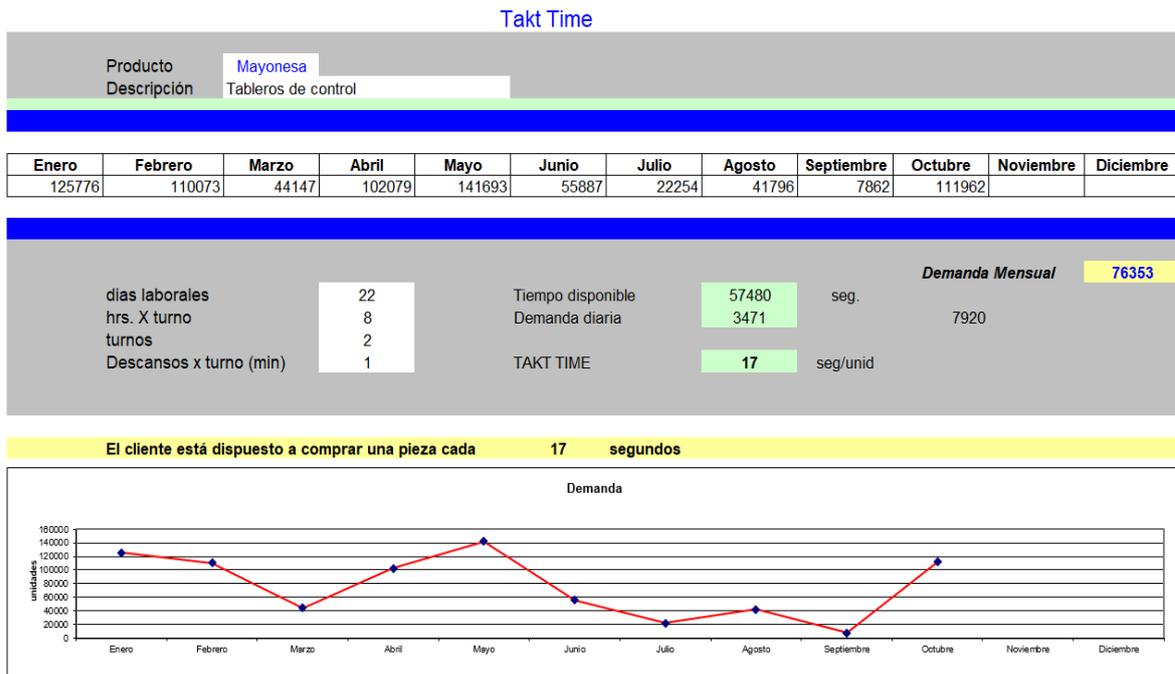


Figura 17. Takt Time

Identificado el Takt time del proceso, se procede a realizar el análisis de tiempos, con el propósito de identificar los tiempos de ciclo de cada proceso necesario para la producción de la mayonesa. Esto se realiza para cada actividad desempeñada en todos los procesos que integran la producción de la mayonesa. Con esto se busca analizar cuáles son los cuellos de botella y que procesos son los que están generando un mayor impacto en cuanto al tiempo Takt (Figura 16), de esta manera se identificará a que parte de la línea de producción se deberá proponer una solución de tal manera que el proceso sea balanceado y no genere desperdicios en cuanto a productividad.

No.	Elemento de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo repetido mas bajo
1	Se recoge la orden de producción en el área comercial	2,54	3,04	3,06	2,35	3,13	2,53	3,18	3,01	2,34	3,02	3,06	2,58	3,09	2,45	2,49	3,060
2	Traslado al área de bodega	2,34	2,21	2,3	2,29	2,31	2,28	2,27	2,34	2,29	2,34	2,21	2,3	2,29	2,31	2,28	2,340
3	Pedido de materiales necesarios para producción	4,35	4,21	4,36	4,56	4,49	4,37	4,52	4,33	4,39	4,36	4,56	4,49	4,35	4,21	4,36	4,360
4	Recepción de materiales	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,400
5	Traslado al área de producción	2,34	2,31	2,26	2,27	2,34	2,31	2,34	2,34	2,31	2,26	2,27	2,34	2,31	2,34	2,31	2,340
6	Registro de la hora y orden de producción	2,01	2,15	2,01	1,46	2,07	1,57	2,04	2,01	2,15	2,01	2	2,01	1,46	2,07	1,58	2,010
7	Se ingresa la materia prima los mezcladores	1,57	2,04	2,01	2	0,98	0,97	1	0,97	0,96	2	1	0,98	1,57	2,04	2,01	1,570
Tiempos de ciclo																	16,080

Tabla 17. Ejemplo toma de tiempos

Tabla 18.

*Ejemplo toma de tiempos*

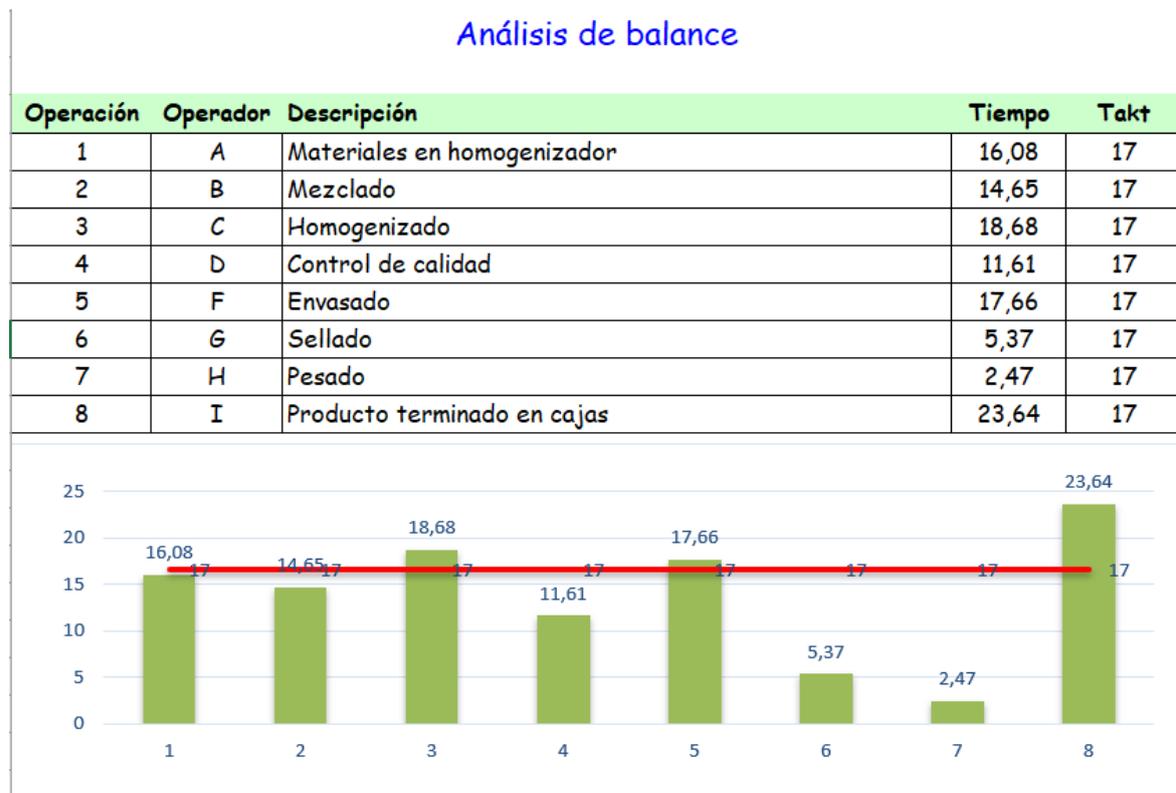
						Valoración			Tiempo básico
						Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración	
Tiempo total observado	Tiempo medio de ciclo	Desviación estandar	Límite superior	Límite inferior	Promedio válido				
41,87	2,791	0,321	3,112	2,470	2,584	0,06	0,05	1,11	2,8678
34,36	2,291	0,040	2,330	2,251	2,285	0,06	0,05	1,11	2,5358
65,91	4,394	0,110	4,504	4,284	4,385	0,06	0,05	1,11	4,8674
6,1	0,407	0,139	0,545	0,268	0,411	0,06	0,05	1,11	0,4563
34,65	2,310	0,031	2,341	2,279	2,318	0,06	0,05	1,11	2,5726
28,6	1,907	0,249	2,156	1,657	2,038	0,06	0,05	1,11	2,2622
22,1	1,473	0,500	1,973	0,974	1,130	0,06	0,05	1,11	1,2543

**4.7.1 Análisis de balance**

Una vez realizada la toma de tiempos de cada actividad de todos los procesos de producción de mayonesa, se procede a comparar mediante el tiempo Takt cuales son aquellos procesos que están generando un mayor tiempo de ciclo respecto al estándar previamente establecido.

Finalmente, al realizar el análisis de los tiempos establecidos para cada actividad, se muestran que tres procesos están sobre el Takt time. Retomando el concepto de Trabajo Estándar, nos dice que todos los procesos deben estar lo más balanceado posible y con un flujo continuo a lo largo de la producción, por tanto, los procesos críticos mostrados en la gráfica deberán ser atacados con el fin de que el proceso sea continuo y que de esta manera no se presenten tiempos improductivos o se generen cuellos de botella en el proceso de producción de mayonesa. (Revisar Tabla 10).

Tabla 19.

*Análisis de balance*

En consecuencia, como nos muestra el análisis de balance los tres procesos a atacar serán el homogenizado, el envasado y el producto terminado en cajas, los cuales están sobre el Takt time y están generando un mayor tiempo de ciclo para el proceso.

#### 4.8 Value Stream Mapping

A continuación, se muestra de forma detallada el VSM actual de la empresa, con los tiempos de ciclo previamente identificados para cada proceso, al igual que el flujo de información y de materiales necesarios, para que el producto final llegue al cliente.

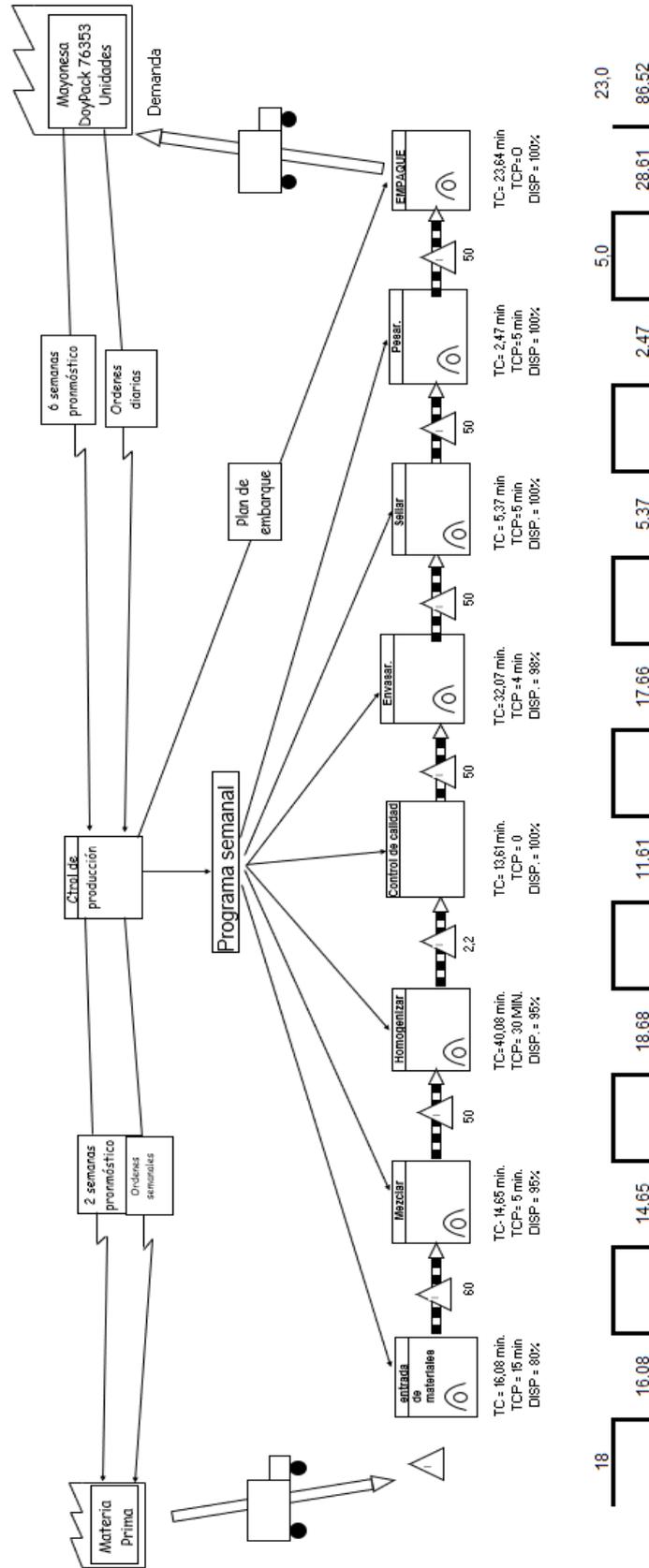


Figura 18. Value Stream Mapping

#### 4.9 Flujo de material

Se presenta a continuación, el flujo de material (mayonesa), en el cual vemos como pasa a través del Homogenizador, hasta un distribuidor en el cual por medio de llaves pasará a cualquier tanque colector disponible para continuar con la producción, para finalmente pasar al área de envasado donde por medio de las máquinas DoyPacks se podrá sellar el producto terminado.

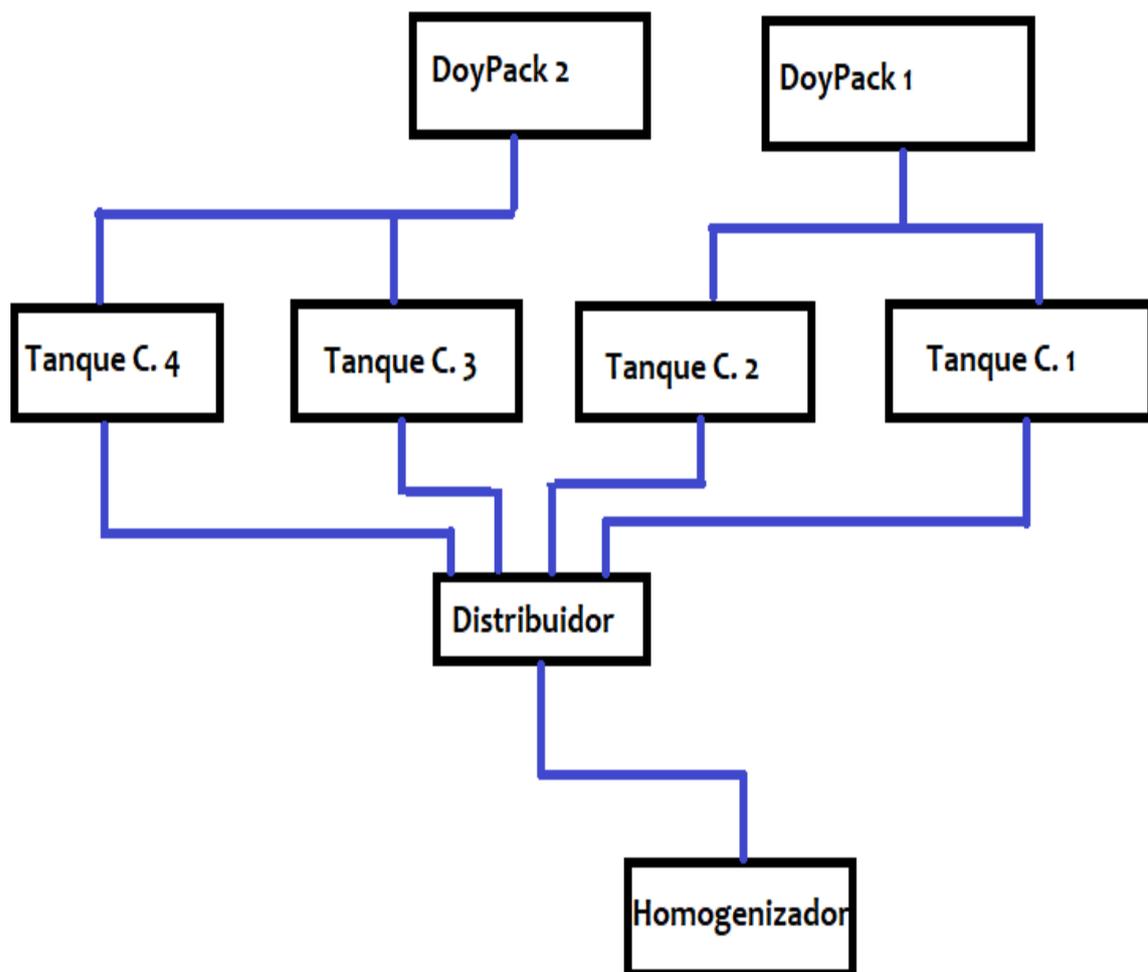


Figura 19. Flujo de Material

#### 4.10 Diagrama de hilos

Se utiliza el diagrama de hilos con el fin de analizar los movimientos y recorridos realizados por los operarios de producción, desde los desplazamientos hasta el área de bodega para el abastecimiento de los materiales utilizados para la producción de la mayonesa, hasta los movimientos necesarios desde el área de envasado hasta el apilamiento de cajas de producto terminado, para su posterior inventariado en la misma bodega.

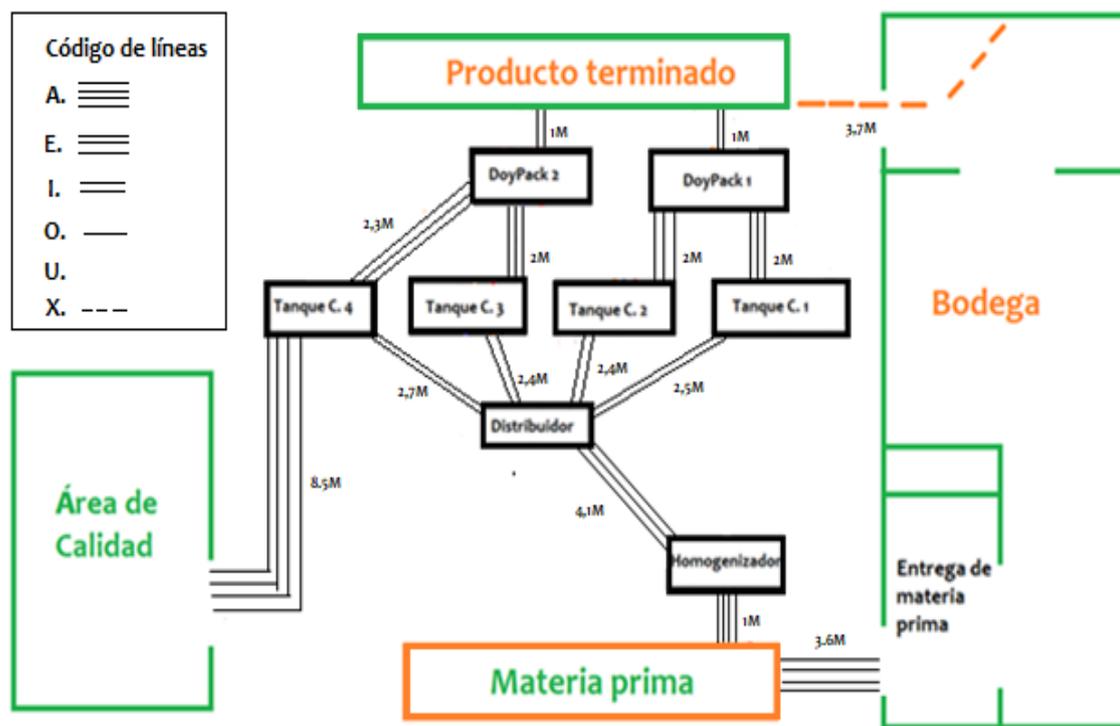


Figura 20. Diagrama de Hilos

De esta manera se puede identificar en el diagrama de hilos que ciertas áreas deben estar, en la medida de lo posible lo más cercanas una de la otra, debido a que la distancia entre ellas, será la variable clave para que el proceso sea más ágil y por tanto se convertirá en un proceso eficiente y eficaz, minimizando el tiempo de los recorridos que realizan los operarios.

Por otro lado se deberá reducir la distancia existente entre los tanques colectores, hacia el área de envasado, debido a que el desplazamiento que realizan los operarios entre dichos sectores, está provocando mayor tiempo de producción, lo cual podría fácilmente mejorarse y permitir que estas actividades se realicen de una manera que agilite el sistema.

#### **4.11 Paras programadas y no programadas**

Se analizo las paras programadas o no programadas que puedan presentarse en el proceso de producción de mayonesa en toda la línea, tanto en la máquina homogenización, como en los mezcladores hasta la máquina DoyPack. Además, se tomó los tiempos y se mantuvo un estándar para dichas paras con el fin de que esto no altere la producción de la empresa, y por tanto no genere desperdicios tanto en tiempo de producción como en costos de pérdidas de producto

Tabla 20.

*Paras programadas y No programadas*

<b>COD</b>	<b>TIPO PARADA</b>	<b>P O NP</b>	<b>T PLANIF</b>
1	CORTE DE ENERGÍA	NP	30
2	FALTA DE AIRE	NP	20
3	FALTA DE VAPOR/AGUA HELADA	NP	20
4	PARADA ELÉCTRICA	NP	30
5	PARADA MECÁNICA	NP	30
6	FALTA DE MATERIALES	NP	20
7	PROBLEMAS DE CALIDAD	NP	20
8	FALTA DE PERSONAL	NP	15
9	PARADA OPERATIVA	NP	30
10	REEMPLAZO A OTRA MÁQUINA	NP	90
11	FALTA DE TANQUE	NP	60
12	FALTA DE PRODUCTO	NP	30
13	CAMBIO DE PARADA	NP	30
14	CAMBIO DE PRODUCTOS	NP	30
0	SIN PARA REGISTRADA	NA	0
15	CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	P	30
16	LIBERACIÓN DE PRODUCTO	P	10
17	LIMPIEZA	P	90
18	ALMUERZO	P	60
19	CAMBIO DE FORMATO	P	15
20	REUNION	P	30
21	MTTO PREVENTIVO	P	60
22	DAÑO DE MÁQUINA	P	30
23	CAMBIO DE TEFLÓN	P	20
24	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	P	60

**4.11.1 Pareto de paras programadas y no programadas**

Se realizó un diagrama de Pareto, con el objetivo de identificar las paras que se presentan con más frecuencia en la línea de producción de la mayonesa, esto se realiza con el fin de analizar, en que evento se debe trabajar, para lograr un control sobre el mismo, y, por tanto, reducir su presencia en el proceso, para que no genere costos por desperdicios.

Tabla 21.

*Pareto paras No programadas*

PARADAS NO PROGRAMADAS				
No	PRODUCTO	FRECUENCIA DE PRODUCCIÓN	FRECUENCIA ACUMULADA	% FRECUENCIA ACUMULADA
1	PARADA MECÁNICA	8	8	21%
2	FALTA DE PRODUCTO	7	15	38%
3	CORTE DE ENERGÍA	6	21	54%
4	PARADA OPERATIVA	5	26	67%
5	PARADA ELÉCTRICA	4	30	77%
6	FALTA DE AIRE	2	32	82%
7	FALTA DE TANQUE	2	34	87%
8	CAMBIO DE PRODUCTOS	1	35	90%
9	FALTA DE VAPOR/AGUA HELADA	1	36	92%
10	PROBLEMAS DE CALIDAD	1	37	95%
11	FALTA DE PERSONAL	1	38	97%
12	REEMPLAZO A OTRA MÁQUINA	1	39	100%

Total	39
-------	----

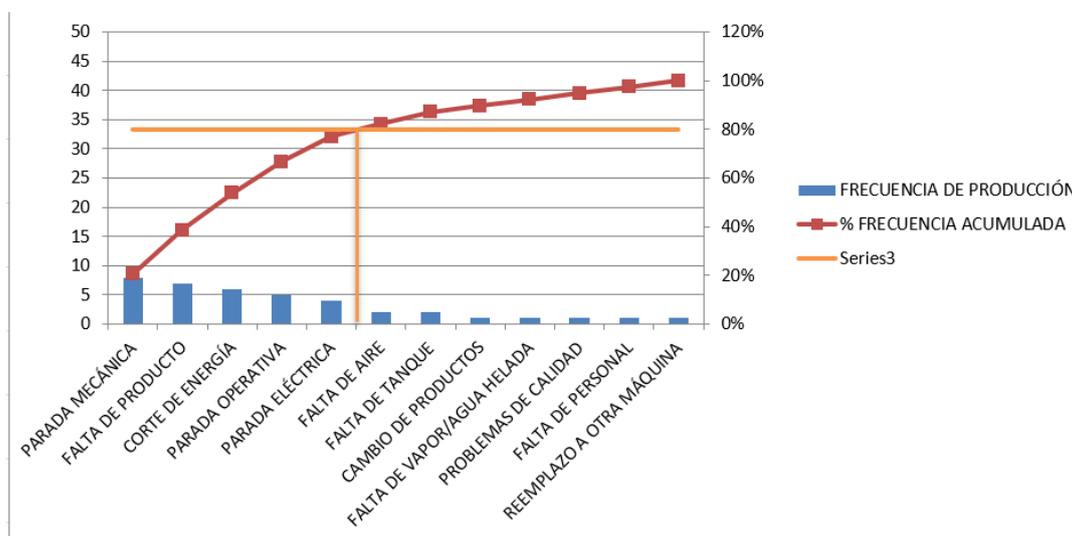


Figura 21. Pareto paras no programadas

Tabla 22.

Pareto paras Programadas

PARAS PROGRAMADAS				
No	PRODUCTO	FRECUENCIA DE PRODUCCIÓN	FRECUENCIA ACUMULADA	% FRECUENCIA ACUMULADA
1	CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	12	12	21%
2	LIMPIEZA	11	23	41%
3	ALMUERZO	10	33	59%
4	DAÑO DE MÁQUINA	9	42	75%
5	LIBERACIÓN DE PRODUCTO	5	47	84%
6	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	3	50	89%

7	CAMBIO DE FORMATO	2	52	93%
8	MTTO PREVENTIVO	2	54	96%
9	CAMBIO DE TEFLÓN	1	55	98%
10	REUNION	1	56	100%
Total		56		

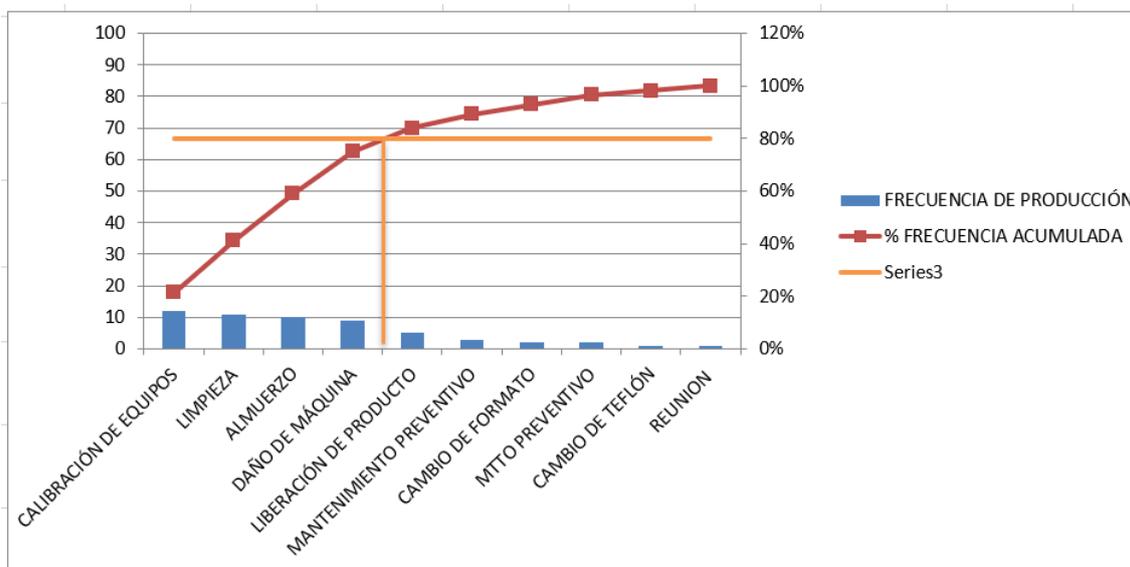


Figura 22. Pareto paras programadas

#### 4.12 Clean In Place

El proceso de Clean in Place (CIP), es realizado como una actividad de limpieza para todas las máquinas de la empresa sin excepción, debido a la presencia de productos sobrantes tanto en tuberías como en las mismas máquinas, de procesos productivos de turnos anteriores, este proceso se lo realiza antes de

empezar con el turno siguiente, de tal manera que no se tenga tiempos improductivos en la empresa.

Esta limpieza normalmente lo realizan mediante tanques de productos químicos especializados en la eliminación higiénica de productos alimenticios y agua filtrada mediante tuberías.

Por un proceso de bombeado se realiza la limpieza, enjuague y desinfección de todas las líneas de producción, donde el operario deberá verificar que el proceso de limpieza se está llevando a cabo satisfactoriamente. Una vez realizada la limpieza, los operarios de las líneas proceden a desfogar el agua y los productos químicos que se utilizaron para la limpieza de las máquinas, para posteriormente verificar si aún se presenta producto.

En caso de que haya quedado producto en las máquinas los operarios se encargan de realizar un proceso manual, para asegurar la limpieza total de todas las líneas



*Figura 23.* Clean in Place



*Figura 24. Clean in Place*

#### **4.13 Registros de producción**

Se crearon registros de producción (Tabla 13), debido a que la empresa no contaba con un plan establecido para las producciones diarias, esto no permitía analizar minuciosamente la línea de mayonesa y determinar lo que estaba sucediendo en cuanto a temas de rendimiento, tanto de operarios como de las mismas máquinas.

Una vez realizado los registros de producción, se capacitó a los operarios para que sean los encargados de comunicar y registrar todas las actividades que se realicen en la producción y eventos previsto o no previstos para la producción de la mayonesa. De esta manera se llevará un control por semana de toda la producción y servirá como guía para la toma de decisiones.



Tabla 24.

## Registro de envasado

CONTROL DE ENVASADO																						
FECHA DE PROCESO:			TURNO:		No. PARADAS:		LOTE:			SUPERVISOR												
ORDEN DE PRODUCCIÓN:			CANTIDAD:		ENVASADORA:																	
PRODUCTO A ELABORAR:					PRESENTACIÓN:																	
Envasado (Operador 1)								Análisis de Producto CALIDAD		Análisis de Envases CALIDAD		NOVEDADES										
N° Actividad	Tipo de Parada	Hora de Inicio	Hora de Fin	Cant. Operadores	No. de paradas ejecutadas	No. ODP ejecutadas	Parámetros máquinas			Total Unidades	Temperatura Mezcla, Tolva (°C)	Sabor	Olor	Apariencia	Sellado/Layner	Tapado	Codificado	Limpio	Ruptura de envases	Responsable		
							N° de Tanque de Alimentación	Velocidad de Llenado	Presión de dosificación													Temp mordazas calientes C

Op. Codificador	Materiales de Fabricación			Operador 2			
	Lote	Cantidad	Unidades empleadas	Unidades dañadas en envasado	Unidades defectuosas en envasado	Unid defect del proveedor	Unidades por devolver
Envases							
Cajas							
Tapas							
Etiqueta							
Capuchón							
Fundas							
Asas							

Actividades	
1	Etiquetado Manual
2	Arranque de Máquina
3	Envasado
4	Encartonado
5	Codificado

Tipo de Paradas No Planeadas			Tipo de Paros Planeadas		
1	Corte de Energía	8	Falta de Personal	15	Calibración de Equipo
2	Falta de Aire	9	Parada Operativa	16	Liberación Producto
3	Falta de Vapor / Agua Helado	10	Reemplazo a otra Máquina	17	Limpieza
4	Parado Eléctrico	11	Falta de Tanque	18	Almuerzo
5	Parada Mecánica	12	Falta de producto	19	Cambio de Formato
6	Falta de Materiales	13	Cambio de Parada	20	Reunión
7	Problemas de Calidad	14		21	Mtto Preventivo

#### 4.15 Eficiencia General del Equipo (OEE)

El OEE fue una herramienta aplicada para analizar la eficiencia actual de los equipos de la empresa, en específico de la máquina DoyPack, con los registros previamente definidos, las paras programadas y las paras no programadas identificadas con anterioridad.

Esto ayudo a los cálculos de variables de rendimiento, disponibilidad y calidad de la máquina, en el cual se logró identificar el porcentaje real de la eficiencia y el análisis de productividad con la que la empresa estaba trabajando. Por consecuencia la herramienta nos dio los siguientes resultados:

Se procedió a recolectar la información necesaria para la herramienta, así como las presentaciones que la máquina puede elaborar (Tabla 14), la velocidad de unidades por minuto a la que trabaja la máquina (Tabla 15), los tipos de desperdicios que se puedan generar con el producto final (Tabla 16) y las paras anteriormente identificadas (Tabla 12).

Tabla 25.

##### *Identificación de productos*

CODIFICACIÓN DEL PRODUCTO	CODIGO	PRODUCTO	TAMAÑO
TOM000SAC100037	40	MAYONESA DOYPACK 150 GR GIRASOL	150
MAYSQ-2B17673	56	MAYONESA DOYPACK ALESOL 200 GR	200
VINBLA0004KG03	88	MAYONESA DOYPACK 350 GR GIRASOL	350
MERMORIND24K03	107	MAYONESA DOYPACK ALESOL 400 GR	400

Tabla 26.

##### *Capacidad de la máquina DoyPack*

DOYPACK 150g	D150	150	24	u/min
DOYPACK 200g	D200	200	24	u/min
DOYPACK 250g	D250	250	24	u/min
DOYPACK 350g	D350	350	24	u/min

Tabla 27.

*Defectos y Retrabajos*

CODIGO	TIPO SCRAP	R O D
1	ENVASE DAÑADO	DEFFECT
2	ENVASE MAL TAPADO	REWORK
3	ENVASE MAL CODIFICADO	REWORK
4	ENVASE SUCIO	DEFFECT
5	ENVASE DAÑADO EN PROCESO	DEFFECT
6	MAL ENCARTONADO	REWORK
7	MAL ETIQUETADO	REWORK
8	DEFECTO DE FÁBRICA	DEFFECT

Reunida la información de la máquina DoyPack se procedió a realizar los cálculos de Rendimiento, Disponibilidad y Calidad, de dos últimos meses del año 2018 para analizar la eficiencia general del equipo

**4.15.1 Rendimiento**

$$R = \frac{\text{Unidades reales}}{\text{Unidades teóricas}} \quad (\text{Ecuación 2. Rendimiento})$$

Tomado de: Bernolak, I. (2009).

Tabla 28.

*Defectos y Retrabajos*

COD. Máquina	FECHA	ORDEN	CÓDIGO	PRODUCTO	TAMAÑO (gr)	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO TOTAL (min)	TIEMPO DE PARA	CANT. PRODUCCIÓN	VELOCIDAD TEORICA	UNID ESPERADA	DIFERENCIA
D150	20/11/2018	15763	40	MAYONESA DOYPACK 150 GR GIRASOL	150	9:30:00	12:15:00	165	105,00	895	24	1440	-545
D200	26/11/2018	16753	56	MAYONESA DOYPACK ALESOL 200 GR	200	14:20:00	16:25:00	125	65,00	790	24	1440	-650
D350	2/12/2018	18644	88	MAYONESA DOYPACK 350 GR GIRASOL	350	8:00:00	9:50:00	110	60,00	956	24	1200	-244
D400	8/12/2018	19433	105	MOSTAZA DOYPACK ALESOL 400 GR	400	12:00:00	13:40:00	100	55,00	854	24	1080	-226

En el análisis del rendimiento se puede identificar los valores de la unidades que se espera obtener versus a lo que realmente se produjo, tomando en cuenta las paras realizadas y la velocidad de unidades por minuto que puede efectuar la

máquina DoyPack, de esta manera saber se podrá identificar la diferencia de unidades que se necesita producir para cumplir con la demanda del cliente.

#### 4.15.2 Disponibilidad

$$D = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{(\text{Tiempo estimado del proceso} - \text{Paras programadas})} \quad (\text{Ecuación 3. Disponibilidad})$$

Tomado de: Bernolak, I. (2009).

Tabla 29.

#### Defectos y Retrabajos

Máquina	FECHA	ORDEN	CÓDIGO	PRODUCTO	TAMAÑO (gr)	COD. DE PARA	TIPO DE PARADA	ID. PARADA	HORA INICIO	HORA FIN	TIEMPO DE PARA	TIEMPO PLANIFICADO DE PARA (m)	TIEMPO NO PROGRAMADO	TIEMPO PROGRAMADO
D150	20/11/2018	15763	40	MAYONESA DOYPACK 150 GR GIRASOL	150	17	LIMPIEZA	P	7:15	9:00	90	105	15	90
D200	26/11/2018	16753	56	MAYONESA DOYPACK ALESOL 200 GR	200	15	CALIBRACIÓN DE EQUIPOS	P	15:10	16:15	30	65	35	30
D350	2/12/2018	18644	88	MAYONESA DOYPACK 350 GR GIRASOL	350	5	PARADA MECÁNICA	NP	9:30	10:30	30	60	30	30
D400	8/12/2018	19433	105	MOSTAZA DOYPACK ALESOL 400 GR	400	5	PARADA MECÁNICA	NP	12:25	13:20	30	55	25	30

Para la disponibilidad se tomará en cuenta los valores de las paras realizadas en una orden de producción, es decir, el total en minutos en que la máquina DoyPack dejó de producir y cuál fue el motivo para que no se permitiera continuar con el proceso. Destinando un tiempo establecido para todas la paras que se puedan presentar. (Tabla 13)

#### 4.15.3 Calidad

$$C = \frac{\text{Unidades producidas a la primera}}{\text{Total de unidades producidas}} \quad (\text{Ecuación 4. Calidad})$$

Tomado de: Bernolak, I. (2009).

Tabla 30.

*Defectos y Retrabajos*

Máquina	FECHA	ORDEN	CÓDIGO	PRODUCTO	TAMAÑO (gr)	ID. SCRAP	SCRAP	Cantidad	TIPO DEFECTO
D150	20/11/2018	15763	40	MAYONESA DOYPACK 150 GR GIRASOL	150	2	REWORK	50	ENVASE MAL TAPADO
D200	26/11/2018	16753	56	MAYONESA DOYPACK ALESOL 200 GR	200	3	REWORK	45	ENVASE MAL CODIFICADO
D350	2/12/2018	18644	88	MAYONESA DOYPACK 350 GR GIRASOL	350	2	REWORK	30	ENVASE MAL TAPADO
D400	8/12/2018	19433	105	MOSTAZA DOYPACK ALESOL 400 GR	400	5	DEFFECT	20	ENVASE DAÑADO EN PROCESO

Finalmente para el cálculo de la calidad, se identifican todos los defectos y retrabajos que se presentaron en el proceso de producción de la mayonesa, contabilizando el total de unidades que salieron como no conformes por dichos aspectos anteriormente mencionados.

Con los cálculos obtenidos de Rendimiento, Disponibilidad y Calidad se continua con el cálculo del OEE, donde primeramente se recopila los datos obtenidos para una mejor interpretación y posteriormente se calcula la Eficiencia General.

Es aquí donde analizamos que la empresa debe tomar planes de acción, respecto a los porcentajes de eficiencia de los productos elaborados, en este caso mayonesa de 150, 200, 350 y 400 gramos, debido que el resultado obtenido por la herramienta nos muestra un promedio de 44% de eficiencia, lo cual es un resultado relativamente bajo para la producción de la mayonesa.

OEE = Disponibilidad \* Rendimiento \* Calidad

(Ecuación 5. Eficiencia General del Equipo)

Tomado de: Bernolak, I. (2009).

Tabla 31.

*Eficiencia General del Equipo*

Datos Iniciales				Datos del proceso				Tiempos del proceso				Cantidades producidas	
Mes	Semana	Máquina	FECHA	INPUTS (Corteo de producto pasado en línea)	PRODUCCIONES BUENAS A LA LÍNEA	REWORK	DEFECT	TIEMPO ESTIMADO DE PROCESO	PARADAS PROGRAMADAS (min)	PARADAS NO PROGRAMADAS (min)	TIEMPO DE OPERACIÓN	UNIDADES TEÓRICAS	UNIDADES REALES
nov	47	D150	20/11/2018	895	845	50	0	165	90	15	60	1440	895
nov	48	D200	26/11/2018	790	745	45	0	125	30	35	60	1440	790
dic	48	D350	2/12/2018	956	926	30	0	110	30	30	50	1200	956
dic	48	D400	8/12/2018	874	834	0	20	100	30	25	45	1080	854

Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
80,0%	62,2%	94,4%	46,9%
63,2%	54,9%	94,3%	32,7%
62,5%	79,7%	96,9%	48,2%
64,3%	79,1%	95,4%	48,5%
			44,1%

## 5 Capítulo V. Plan de Mejora

### 5.1 Plan de Acción

Se propone un plan de acción para identificar y aplicar las herramientas Lean con el objetivo de que se aumente la eficiencia de las máquinas y se mejore la productividad respecto a los desperdicios generados, ya sean paradas, reproceso o desbalanceo en las líneas, de esta manera se logrará un aumento relativo a la productividad y evitar realizar cambios en los planes de producción ya

establecidos. Por otro lado, las pérdidas en costos, tanto en tiempos y mermas, se verán reducidos por dicho plan.

Tabla 32.

*Plan de acción*

	Tiempo en horas	Total de Días a trabajar
<b>Validar los procesos productivos en cada línea para establecer los parámetros de control</b>	24	4
Elaborar un Protocolo de validación por producto, identificar criterios validación.	24	4
Levantar diagramas de flujo con la mejoras del proceso. Establecer los puntos de control de proceso actuales.	12	2
Revisión y optimización de fórmulas	12	2
Elaborar informes de validación por familia de producto	48	8
Acompañamiento de verificación de proceso	24	4
<b>Actualizar cartas de Control de Producción (Cocción, Envasado, Etiquetado, Limpieza y Liberación de Calidad)</b>	48	8
Alinear las cartas de control a los procesos validados	24	4
Realizar balances de masa con el uso de la carta de control.	24	4
Elaborar herramienta OEE para procesar información obtenida. (Identificar y medir paros NoP).	48	8
Revisión de las cartas de control para identificar desviaciones en el proceso	12	2
<b>Implementar un indicador de gestión OEE</b>	72	12
<b>Elaborar estándares definidos de los procesos</b>	48	8
<b>Capacitar a los supervisores de producción sobre los estándares de producción y el uso de la herramienta</b>	3	1
Tiempo en horas	423	
Días		71
Meses		3

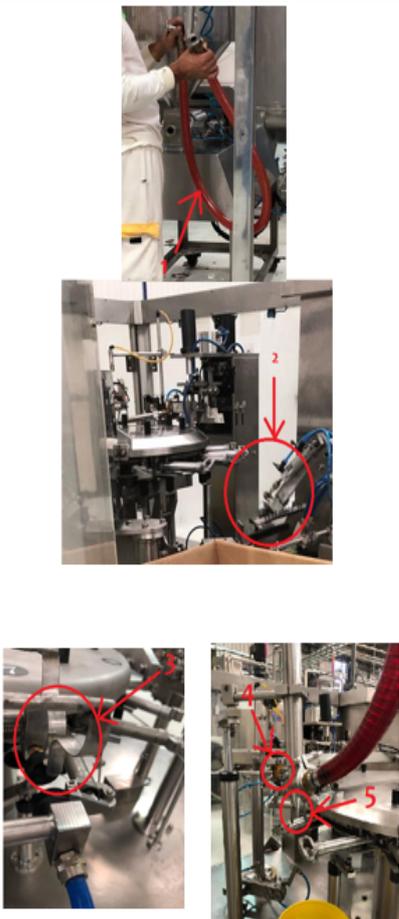
## 5.2 Mantenimiento

### 5.2.1 Hoja de Elementos

En la hoja de operaciones se detalló las actividades a realizar para el funcionamiento correcto de la máquina DoyPack, esto se revisará por el supervisor de producción con el fin de que se cumpla los protocolos establecidos para la preservación y el uso adecuado de la máquina.

Tabla 33.

*Hoja elementos*

<b>HOJA DE ELEMENTOS</b>		Modelo		N° Elemento		
		DoyPack		1		
<b>Nombre del Elemento</b>		<b>Básico</b> <input type="radio"/>	<b>Símbolos</b>			
Comportamiento DoyPack 1		<b>Opción</b> <input type="radio"/>	Seguridad del Operador 	Comparar calidad 	Proceso Crítico 	
			Escrito por: Michael Coronel			
		<b>Símbolo</b>	<b>Para</b>	<b>Para Principal</b>	<b>Punto Clave</b>	<b>Razón</b>
			1	Verificar estado y conexión de manguera abastecedora	Mirar/Tocar - Verificar que la manguera no presente ninguna abertura o taponamiento. - Verificar conexión desde la tolva hasta máquina DoyPack	Perdida de producto (desperdicio)
			2	Verificar funcionamiento de pinzas de agarre para subir el material de empaque hacia el carrusel de la máquina	Mirar - Verificar que las pinzas de agarre tengan la sejucción de agarre. - Verificar que movimiento de las pinzas se desplace desde la banda alimentadora hasta el carrusel	Reproceso, desperdicios en tiempos de producción
			3	Verificar pinzas de apertura del envase para mover el producto a través de la máquina	Mirar - Verificar que las pinzas realizan el movimiento adecuado para abrir y cerrar el material de empaque del producto - Limpiar carrusel de la máquina para evitar problemas con el movimiento del mismo. - Verificar velocidad de movimiento del carrusel.	Paras no programadas, Reprocesos
			4	Verificar sensores de activación para dosificación de producto	Tocar - Realizar pruebas con y sin producto sobre el funcionamiento del sensor	Tiempos improductivos, paras no programadas
			5	Verificar funcionamiento pistón dosificador	Mirar - Ajustar pistón dosificador en la posición adecuada para el envase. - Calibrar el pistón para que dosifique la cantidad adecuada de producto.	Pérdida de producto (desperdicio)



## **5.4 Reducción tiempos de ciclo**

Identificado el Takt time de la actividades, y analizado los tiempos de ciclo de cada actividad necesaria para la producción de la mayonesa, se determinó que tres procesos deberán ser medidos y controlados, recordando aquellos procesos tenemos: El homogenizado, el envasado y de empacado en cajas, de esta manera se busca atacar los problemas mencionados, para evitar tiempos de ciclos elevados y no generen cuellos de botella, de la siguiente manera:

### **5.4.1 Proceso de homogenizado**

Para este proceso se propuso la aplicación de capacitaciones para los operarios del área de homogenizado, que fue el llenado de registros de producción de horas de entrada y de salida tanto de materia prima como del producto final (mayonesa), que parte desde el Homogenizador hacia las áreas de empaque, ya que existían muchas falencias en los registros de anteriores meses, donde a pesar de tener los campos definidos para cada actividad, no se llenaban correctamente para el adecuado control del proceso.

Por otro lado, debido a que no se puede reducir los tiempos de ciclo de este proceso, puesto que los tiempos estipulados e identificados para esta actividad, son tiempos fijos establecidos para la adecuada producción de la mayonesa, sin alterar temas de consistencia, viscosidad e inocuidad de la producción del mismo, por tanto, no se tomó otras medidas para disminuir alguna tarea que se realice dentro del mismo.

Como resultado de la capacitación se logró verificar el registro de las producciones y se verificó que efectivamente se notificaba correctamente las novedades en el lote producido. (Anexos)

### 5.4.2 Proceso de envasado

Mediante el análisis de tiempos realizados para la herramienta VSM se pudo identificar que ciertas actividades realizadas en el proceso de envasado no estaban agregando valor al proceso, debido a que actualmente el proceso se lo identificaba como crítico debido a que su tiempo de ciclo era de 17,66 minutos, estando por encima del Takt time. Por otro lado, estaban generando desperdicios en cuanto a movimientos innecesarios, causando que los tiempos de envasado sean un cuello de botella en la línea de producción.

A continuación, se muestra la toma de tiempos realizado para cada actividad de este proceso:

Tabla 35.

#### *Toma de tiempos proceso de envasado*

No.	Elemento de trabajo	Hora análisis															Tiempo repetido mas bajo
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Trasladarse al área de bodega	2,34	2,21	2,3	2,29	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,26	2,35	2,22	2,1	2,22	2,31	2,310
2	Realizar el pedido de material de envase de acuerdo a la orden de producción	4,31	4,29	4,35	4,21	4,36	4,56	4,49	4,37	4,52	4,33	4,39	4,36	4,36	4,56	4,49	4,360
3	Recibir el material de envase	4,49	4,37	4,52	4,33	4,39	4,35	4,21	4,36	4,56	4,36	4,36	4,56	4,49	4,39	4,21	4,360
4	Trasladarse al área de producción	2,34	2,21	2,3	2,29	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,26	2,35	2,22	2,1	2,22	2,31	2,310
5	Calibrar las máquinas de envasado de acuerdo al tamaño del envase	1,57	2,13	1,49	1,52	2,01	2,15	2,01	1,46	2,07	1	2,04	1	2,06	2,15	1,59	2,010
6	Abastecer la máquina con material de empaque	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,34	2,21	2,3	2,29	2,29	2,31	2,28	2,27	2,26	2,35	2,310
Tiempos de ciclo																	17,660

De esta manera se pudo realizar un plan de mejora reduciendo cuatro actividades que se consideraban como improductivas para el proceso, en consecuencia, las actividades de:

Trasladarse al área de bodega

Realizar el pedido de material de envase

Recibir el material de envase

Trasladarse al área de producción

Fueron eliminadas del proceso de envasado, de tal manera que se delegó que estas actividades deberán ser realizadas por el área de bodega antes de empezar con la producción establecida para cada día. De esta manera se pidió al área comercial, (encargada de enviar los planes de producción semanal), se le enviará los planes de producción a bodega, para despechar de esta manera el envase de acuerdo a la presentación que se producirá diariamente. Por consecuencia los operarios de producción abastecerán directamente los envases a la máquina DoyPack, sin generar movimientos innecesarios.

Cabe destacar que el mismo procedimiento se realizó, de igual manera, al proceso de “ingreso de materia prima a los mezcladores”, debido a que, se realizaban las mismas actividades, que involucraban al operario trasladarse al área de bodega a solicitar la materia prima necesaria para la producción diaria.



*Figura 25. Material de empaque en área de envasado*



*Figura 26. Material de envase en área de producción*



*Figura 27. Materia prima en área de Homogenizado*

Finalmente, con esta mejora se tendrá que el proceso de envasado, estará más balanceado junto a los otros procesos, puesto que esta debajo del Takt time, dejando de ser un proceso crítico para la línea de producción de la mayonesa.

A continuación, se muestra el proceso de envasado con la propuesta de mejora implementada y el análisis de balance respecto al Takt time:

Tabla 36.

*Toma de tiempos proceso de envasado*

PROCESO	Envasado	Hora análisis									10:30 - 15:00			Observador			Michael Coronel
No.	Elemento de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo repetido mas bajo
4	Trasladarse al área de producción	2,34	2,21	2,3	2,29	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,26	2,35	2,22	2,1	2,22	2,31	2,310
5	Calibrar las máquinas de envasado de acuerdo al tamaño del envase	1,57	2,13	1,49	1,52	2,01	2,15	2,01	1,46	2,07	1	2,04	1	2,06	2,15	1,59	2,010
6	Abastecer la máquina con material de empaque	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,34	2,21	2,3	2,29	2,29	2,31	2,28	2,27	2,26	2,35	2,310
Tiempos de ciclo																	6,630

Dando como resultado 6,63 minutos de tiempo de ciclo de este proceso, es decir el proceso se volvió más eficiente, y dando tiempos de respuesta más rápidos, sin generar desperdicios o paras que puedan desbalancear el proceso.

Tabla 37.

*Análisis de balance proceso de envasado*

Análisis de balance

Operación	Operador	Descripción	Tiempo	Takt
1	A	Materiales en homogenizador	5,92	17
2	B	Mezclado	14,65	17
3	C	Homogenizado	18,68	17
4	D	Control de calidad	11,61	17
5	F	Envasado	6,63	17
6	G	Sellado	5,37	17
7	H	Pesado	2,47	17
8	I	Producto terminado en cajas	23,64	17



Sin embargo, este cambio abrió las puertas a dos posibles eventos, primeramente que ahora existen actividades que son relativamente más rápidas y están muy abajo al tiempo Takt, lo cual no es bueno debido a que esto puede generar cuellos de botella respecto a actividades que son más lentas.

Por otra parte, en el segundo evento, gracias este cambio implementado, las actividades que ahora son más rápidas respecto a otras, ahora se pueden combinar, dando como resultado la unión de tres procesos (Proceso Envasado, Sellado y Pesado), esto permitirá que el proceso sea más balanceado y tengo un flujo continuo en la línea, con la posibilidad de reducir el número de operarios presentes en el área de envasado, misma donde se realizan las tareas anteriormente mencionadas, y que actualmente, se efectúa con cuatro operarios, lo cual se reduciría a dos operarios generando el mismo rendimiento que registra hoy en día en la empresa.

Esto se puede realizar debido a que la banda no está correctamente ubicada y nivelada, por consecuencia esto genera que un operario tenga que permanecer en esa área para pasar el producto a la mesa para ser pesado y empacado, generando movimientos innecesarios en ese proceso, como se muestra a continuación:



*Figura 28.* Área de envasado



Figura 29. Banda transportadora

A continuación, se muestra el Figura de lo anteriormente indicado:

Tabla 38.

*Análisis de balance proceso de envasado*

### Análisis de balance

Operación	Operador	Descripción	Tiempo	Takt
1	A	Materiales en homogenizador	5,92	17
2	B	Mezclado	14,65	17
3	C	Homogenizado	18,68	17
4	D	Control de calidad	11,61	17
5	F	Envasado Sellado Pesado	14,47	17
8	I	Producto terminado en cajas	23,64	17



### Proceso de producto terminado en cajas

Mediante el mismo análisis empleado en el proceso de envasado, se logró determinar que las actividades que los operarios realizan al trasladarse al área de bodega y regresar al área de producción con el material de empaque son actividades que generan desperdicios en la producción de la mayonesa, por tal motivo y tomando en cuenta el impacto de estas actividades sobre el proceso, se decidió que el área de bodega sean los encargados de tener el producto listo en las líneas con los planes de producción realizados por el área comercial, esto con el fin de eliminar actividades que no están agregando valor, y provocan que el proceso sea más lento, generando cuellos de botella e impidiendo que la producción sea eficiente.



*Figura 30.* Producto terminado en cajas

A continuación, se muestra el proceso de envasado con la propuesta de mejora implementada y el análisis de balance respecto al Takt time:

Tabla 39.

*Toma de tiempos proceso de producto en cajas*

PROCESO	Producto en cajas	Hora análisis						10:30 - 15:00			Observador			Michael Coronel			
No.	Elemento de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo repetido mas bajo
1	Trasladarse al área de bodega	2,34	2,21	2,3	2,29	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,26	2,35	2,22	2,1	2,22	2,31	2,310
2	Realizar el pedido de material de empaque de acuerdo a la orden de producción	4,31	4,29	4,35	4,21	4,36	4,56	4,49	4,37	4,52	4,33	4,39	4,36	4,36	4,56	4,49	4,360
3	Recibir el material de empaque	3,49	3,37	3,52	3,33	3,39	3,35	3,21	3,36	3,56	3,36	3,36	3,56	3,49	3,39	3,21	3,360
4	Trasladarse al área de producción	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,26	2,27	2,34	2,31	2,34	2,21	2,3	2,29	2,22	2,31	2,310
5	Colocar las unidades en las cajas	6,36	6,56	6,49	6,37	6,52	6,33	6,36	6,49	6,37	6,52	6,36	6,56	6,49	6,52	6,33	6,360
6	Sellar las cajas	4,45	4,36	4,56	4,49	4,31	4,21	4,36	4,56	4,35	4,21	4,36	4,35	4,21	4,56	4,56	4,560
7	Enviar las cajas al inventario para su distribución	5,35	5,21	5,36	5,56	5,49	5,31	5,29	5,35	5,21	5,36	5,56	5,49	5,37	5,52	5,29	5,350
Tiempos de ciclo																	28,610

Aquí podemos analizar que el tiempo de ciclo de este proceso es de 28,61 minutos siendo el proceso más crítico en toda la línea de la mayonesa, es decir es el proceso más lento y el que más desperdicios está generando, por consecuencia y como se mencionó anteriormente se eliminará las actividades que involucren movimientos innecesarios para los operarios de producción como son:

Trasladarse al área de bodega

Realizar el pedido de material de empaque

Recibir el material de empaque

Trasladarse al área de producción

Tabla 40.

*Toma de tiempos proceso de producto en cajas*

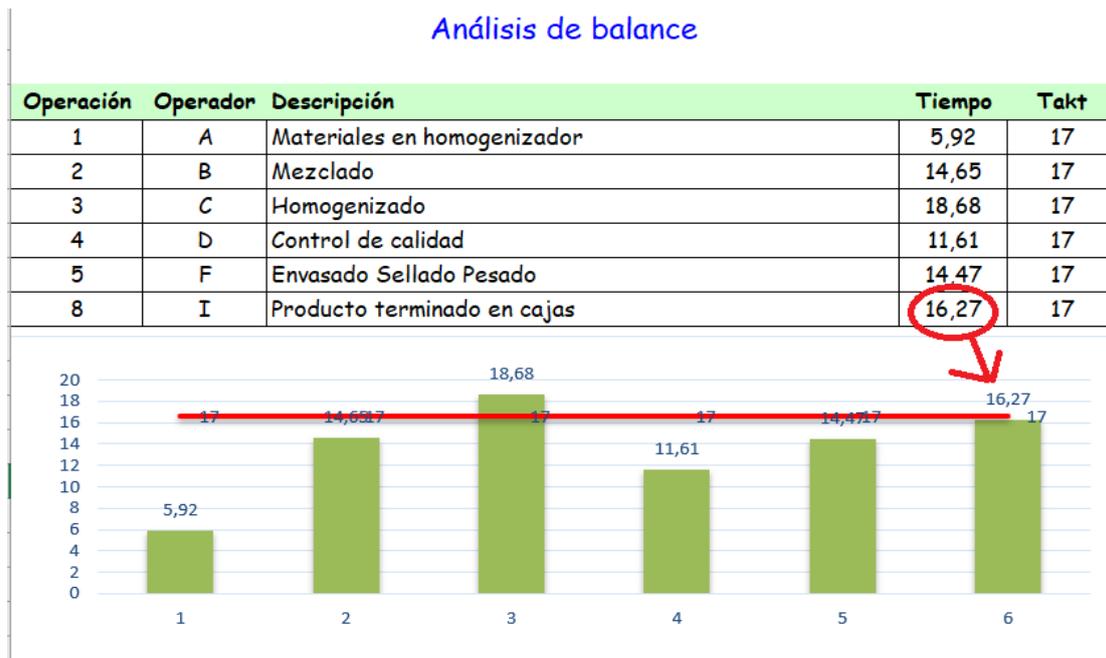
PROCESO	Producto en cajas	Hora análisis						10:30 - 15:00			Observador			Michael Coronel			
No.	Elemento de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Tiempo repetido mas bajo
5	Colocar las unidades en las cajas	6,36	6,56	6,49	6,37	6,52	6,33	6,36	6,49	6,37	6,52	6,36	6,56	6,49	6,52	6,33	6,360
6	Sellar las cajas	4,45	4,36	4,56	4,49	4,31	4,21	4,36	4,56	4,35	4,21	4,36	4,35	4,21	4,56	4,56	4,560
7	Enviar las cajas al inventario para su distribución	5,35	5,21	5,36	5,56	5,49	5,31	5,29	5,35	5,21	5,36	5,56	5,49	5,37	5,52	5,29	5,350
Tiempos de ciclo																	16,270

Con esta mejora se logró disminuir el tiempo de ciclo de este proceso a 16,27 min siendo ahora un proceso más rápido y eficiente, de esta manera se

mantendrá bajo el Takt time y será un proceso balanceado junto con el demás proceso

Tabla 41.

*Análisis de balance proceso de producto en cajas*



De esta manera los procesos quedan balanceados y estandarizados para realizar un proceso continuo y que se realice cada actividad con el menor porcentaje de desperdicio.

En otro punto el proceso que queda sobre el Takt será aquel que marque el ritmo de producción, debido a que todos los procesos y actividades a realizar deberán ser definidas bajo el tiempo del proceso más lento, que en este caso es el Homogenizado.

5.5 VSM Futuro

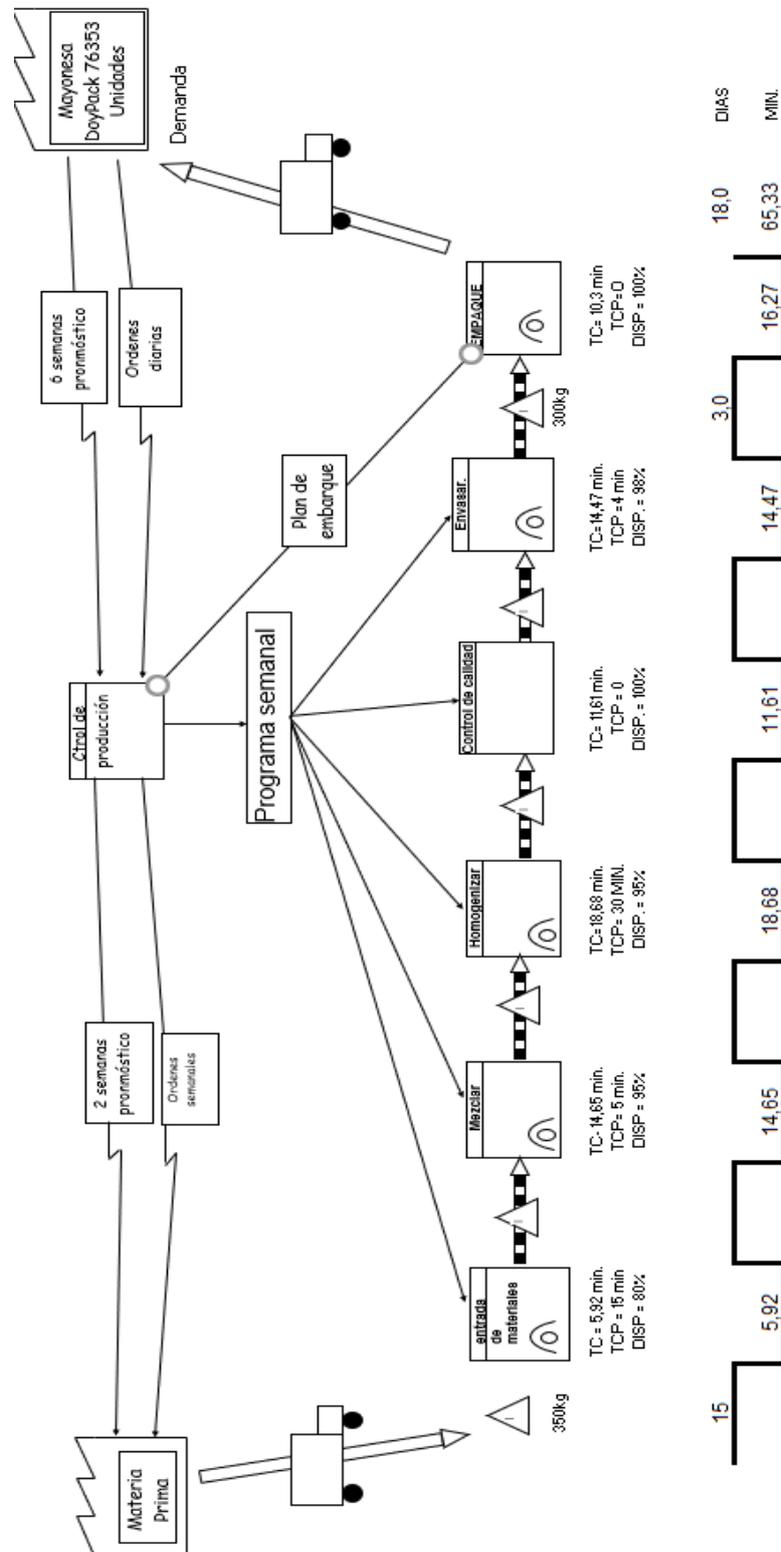


Figura 31. VSM Futuro

## 5.6 Programa de Mantenimiento Preventivo

Se propone realizar programas de mantenimiento preventivo para todo el año, con el objetivo de reducir las paras no programadas, que generan desperdicios en cuanto a tiempo y a productividad. Esto generará un aumento en el tiempo efectivo de la máquina y un aumento exponencial en las unidades que se podría producir si se evitara dichas paras.

Como se vio en el análisis del OEE, el valor de la disponibilidad de la máquina es de un 66% (Tabla 20), lo cual dice que la máquina no presenta su rendimiento total, desde que está en funcionamiento.

En el Pareto realizado para las paras no programadas (Tabla 13), se identificó que los eventos que ocurren con más frecuencia son las paradas mecánicas, de tal forma, evitando que existan ese tipo de daños en las máquinas se podría aumentar el porcentaje de eficiencia hasta en un 14%, debido que, las paras no programadas se suelen extender más de lo previsto en lo estandarizado (Tabla 12), provocando en varias ocasiones que de las 8 horas de trabajo, solo 5 horas sean productivas.

A continuación, se presenta una propuesta de un programa de mantenimiento que se podría aplicar en el año 2019, de acuerdo a las máquinas utilizadas para el proceso de producción de mayonesa:

Tabla 42.

## Programa de mantenimiento preventivo

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO												MTO.01	
Máquina	CALENDARIO											IDENTIFICACION	Vigencia: 2019
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV		
<b>SISTEMA DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS</b>												COLOR AMARILLO ACTIVIDAD POSTERGADA	
Red contra incendios												COLOR VERDE ACTIVIDAD CUMPLIDA	
Extintores												COLOR ROJO ACTIVIDAD NO REALIZADA	
Detectores de Humo actividad a cargo de Seguridad Ocupacional												ACTIVIDADES	CÓDIGO
<b>SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>												CAMBIO DE ACEITES / FILTROS	0
<b>SISTEMA DE LIMPIEZA</b>												SISTEMA MECANICO	1
Sistema limpieza cip												LIMPIEZA GENERAL	2
Tanque preparación detergente alcalino												SISTEMA ELÉCTRICO	3
Tanque preparación detergente ácido													
Tanque enjuague												SISTEMA NEUMÁTICO	4
Bombeo del sistema CIP												SISTEMA DE VAPOR	5
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA FILTRADA</b>												PINTURA DE ESTRUCTURA	6
Cisterna												SISTEMA REFRIGERACION	7
Bomba de etapas tratamiento de agua												MANTENIMIENTO GENERAL	8
Filtro pulidor tratamiento de agua												LUBRICACIÓN	9
Tanque pulmón tratamiento de agua												CALIBRACIÓN	10
Bomba centrífuga tratamiento de agua												SISTEMA REFRIGERACION	11
<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>												TERCIALIZADO	12
Bomba Neumática												REUBICACION	13
<b>SISTEMA DE PREPARACION MAYONESA</b>												REVISION	14
Homogenizador												CAMBIO DE ACEITES / FILTROS	15
Chiller Homogenizador												SISTEMA MECÁNICO	16
<b>SISTEMA DE ALMACENAMIENTO PRODUCTO</b>												LIMPIEZA GENERAL	17
Tanque de almacenamiento colector ( MAYONESA )												SISTEMA ELÉCTRICO	18
Intercomunicador #1 ( homogenizador )													
<b>ENVASADO DE PRODUCTO (MAYONESA)</b>												MANTENIMIENTO EN BOMBAS	19
Envasadora de doypacks #1												LUBRICACIÓN	20
Envasadora de doypacks # 2												MANTENIMIENTO EN TUBERIAS	21
												REUBICACION	22

## 5.7 OEE Actual

Una vez definido los planes de mejora se puede aplicar la Herramienta OEE para un análisis más acertado de la eficiencia total del equipo con las correcciones adecuadas a la línea, esto permitirá que se tenga un indicador que muestre que efectivamente los cambios producidos están generando un mayor rendimiento, tanto para la máquina DoyPack como para los operarios de la línea de la mayonesa.

Por otra parte, se puede aprovechar la herramienta como indicador de desempeño, para el uso de incentivos para los operarios, de forma, que se pueda realizar un análisis de desempeño de acuerdo a los resultados esperados por la empresa, y de igual manera, que los operarios se sientan motivados para realizar sus actividades de manera eficiente y eficaz.

## 6 Capítulo VI. Análisis de Costo-Beneficio

### 6.1 Productividad

Como se ha venido detallando, el tema de productividad es muy importante en la línea de producción de mayonesa, porque se puede tomar la productividad como un igual de los costos tanto de recursos, de operación y de rentabilidad, de tal manera, se realizó el análisis de costo – beneficio, con el objetivo de identificar la mejora en cuanto a productividad de la línea de la mayonesa

#### 6.1.1 Análisis de costos

##### 6.1.1.1 Costos de mejora en envasado

Primeramente, se debe analizar la propuesta de mejora en cuanto a la combinación de actividades mencionadas en el proceso de envasado y producto terminado en cajas, donde se analizó la posibilidad de reducir los operarios de esa línea, donde se decía que cuatro de los operarios que realizan esas actividades lo pueden realizar 2 con la misma efectividad.

La empresa trabaja 8 horas en 2 turnos de 22 días, con 1 hora de almuerzo.

Tabla 43.

#### *Costos de envasado*

Turno	Hora de trabajo	Costo de Operario	Número de operarios en DoyPack	Costo Mensual	Costo Anual
Turno 1	7:00	\$	4	\$	\$
	16:00	386,00		1.544,00	18.528,00

Turno 2	17:00	\$	4	\$	\$
	2:00	386,00		1.544,00	18.528,00
Total				\$	\$
				3.088,00	37.056,00

Entonces analizando la rentabilidad de reducir el número de operarios de esa línea se identificó que se puede reducir el costo fijo de mano de obra.

Tabla 44.

*Costos de envasado*

Turno	Hora de trabajo	Salario de Operario	Número de operarios en DoyPack	Costo Mensual	Costo Anual
Turno 1	7:00	\$	2	\$	\$
	16:00	386,00		772,00	9.264,00
Turno 2	17:00	\$	2	\$	\$
	2:00	386,00		772,00	9.264,00
Total				\$	\$
				1.544,00	18.528,00

Por tanto, la empresa puede ahorrar la mitad del costo fijo que generan dos operarios en esa línea si se mejora la parte de ubicación y nivelación de la banda transportadora.

#### 6.1.1.2 Costos de producto terminado en cajas

La mejora determinada para este proceso fue eliminar los traslados que se realizan desde bodega hasta el área de producción por parte de los operarios de

producción, de esta manera, se redujo el tiempo de ciclo de este proceso de 23,64 min a 10,30 minutos, de esta manera se analiza lo siguiente:

Tabla 45.

*Costos de producto en cajas*

Minutos	Pallets	Cajas Producidas	Unidades x caja	Unidades totales
28,8	1	36	24	864
60	2	75	24	1800

Con la eliminación de las actividades de traslado y el material de empaque listo para el proceso, se consigue los siguientes resultados:

Tabla 46.

*Costos de producto en cajas*

Minutos	Pallets	Cajas Producidas	Unidades x caja	Unidades totales
16,27	1	36	24	864
60	4	133	24	3186

De esta manera se podrían aumentar la productividad de la empresa generando, mayores unidades en una hora.

### **6.1.1.3 Costos de programas de mantenimientos preventivos**

Para evitar las paras no programadas se propone la implementación de programas de mantenimiento preventivos para las máquinas encargadas de la

producción de mayonesa. El beneficio de esta implementación se detalla a continuación:

Tabla 47.

*Costos de mantenimientos preventivos*

<b>Teórico</b>		
	<b>Tiempo en minutos</b>	<b>Unidades producidas</b>
<i>Unidades por minuto</i>	1	24
<i>Tiempo total</i>	480	11520

11520 unidades	<b>Optimo</b>
----------------	---------------

<b>Real</b>		
	<b>Tiempo en minutos</b>	<b>Unidades producidas</b>
<i>Unidades por minuto</i>	1	24
Paradas mecánicas	300	7200
Limpiezas		
Desperdicios		
Descansos		

7200 unidades	<b>Real</b>
---------------	-------------

<b>Análisis de costos</b>
---------------------------

Teórico vs Real	4320 unidades perdidas
Costo por unidad	\$0,57
Costo de pérdida por unidad diaria producida	\$ 2.462,40

Con los programas de mantenimiento implementados, se podrá reducir los tiempos improductivos de las máquinas involucradas en este proceso, además de generar un ahorro en el costo de producción de \$ 2.462,40 diario, generando mayor ganancia para la empresa y logrando ser rentable en cuando costos de unidades producidas, y aumentando la productividad de las máquinas para la producción de mayonesa.

## 7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1 Conclusiones

Utilizados las distintas herramientas para el levantamiento de procesos, como son los diagramas de flujo y de espina de pescado, se pudo identificar que tres actividades dentro de la línea de la mayonesa, estaban generando cuellos de botella (que se traducen en desperdicio), provocando que el flujo de producción, no sea continuo, y por tanto presente bajos porcentajes de rendimiento. Esto se pudo corroborar con los datos obtenidos para la realización del VSM (Value Stream Mapping), donde se puede observar, que efectivamente existen procesos que no están balanceados para generar mayor productividad, y por tanto nace la idea de la estandarización.

Se aplicó la herramienta del VSM con el fin tener un estándar establecido para todos los procesos que involucran la producción de la mayonesa, donde, se logró definir que el Takt time para el área de envasado (siendo este el área más crítica,

por presentar la mayor parte de los problemas de desperdicios para la empresa), sea de 17 minutos/unidad. Tomando este dato como referencia, se indagó más a profundidad sobre cuales podrían ser las posibles causas, para que, las mencionadas tareas provoquen un bajo nivel de productividad en la línea, por esta razón gracias a la herramienta, se encontró, que existen movimientos y traslados innecesarios, realizadas por los operarios de esta área, que no estaban generando valor y que provocaban tiempos improductivos. Por consecuencia se determinó que estas podían ser eliminadas, con el fin de que los operarios no las tengan que ejecutar y que los puntos críticos, llamados cuellos de botella, como el envasado y el producto terminado en cajas, tengan un estándar establecido y por consecuencia generen mayor productividad.

Se aplicó la herramienta OEE para analizar la eficiencia general de la máquina envasadora de mayonesa DoyPack, donde mediante los indicadores de rendimiento, disponibilidad de la máquina y la calidad de los productos, se determinó que existe un bajo porcentaje de productividad en la línea, que fue del 44% en promedio de todos los lotes producidos en los dos últimos meses del año 2018, lo cual se deberá corregir paulatinamente con las acciones tomadas en los planes de mejora, y que se verán reflejadas en esta misma herramienta.

Se identificó que existen problemas de funcionamiento en la máquina envasadora de mayonesa DoyPack, por tal motivo se creó hojas de operaciones donde los operarios, tengan conocimiento de que se debe verificar en la máquina y como lo deben realizar, con el fin de que esta no genere paras no programadas, al momento de la producción y se tenga un mayor control sobre la misma. De igual manera se crearon registros de producción, donde los mismos colaboradores notificarán, los posibles eventos que puedan presentarse a lo largo del turno, ya sea de las máquinas u otros efectos adversos que afecten a la línea de la mayonesa. Esto con el fin de tomar medidas preventivas futuras, en caso de que los eventos vuelvan a presentarse repetitivamente en periodos cortos de tiempo.

Una vez aplicada todos los planes mejora se pudo realizar un análisis de costo beneficio, donde se encuentra claramente una mejora en costos fijos, debido a la reducción de personal en la línea de envasado, puesto que, gracias a estos parámetros establecidos se pudo proponer que dos operarios pueden realizar las actividades en el área de envasado, con la misma efectividad que hoy en día se está generando con cuatro operarios, dando la misma cantidad de unidades producidas pero reduciendo ahorrando el costo de mano de obra. Por otra parte, el estandarizar los procesos representa un mayor costo de productividad, debido al aumento de unidades producidas en una jornada de trabajo, logrando así una mayor respuesta a la demanda de los clientes, y permitiendo que las ordenes de producción no se vean alteradas por retrasos de producción.

## **7.2 Recomendaciones**

Se debe realizar un estudio más detallado de los planes de mantenimiento que se ejecuta en la empresa, con el fin de controlar y disminuir los índices de paras programadas y no programadas que puedan presentarse en la producción de la mayonesa. Al igual que se debe crear planes de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo eficaces, con el objetivo de responder rápido ante los sucesos que afecten a la línea.

Se recomienda investigar la posibilidad de implementar un área de salud y seguridad, acordes a las actividades realizadas por la empresa, debido a que se pueden presentar accidentes e incidentes por la manipulación directa de los operarios con las máquinas, tuberías, y equipos de transporte, que puedan afectar al bienestar del trabajador.

Se debe tener programas de motivación para los operarios de la empresa, con el fin de que ellos puedan desempeñar sus actividades de mejor manera, generando mayores niveles de productividad y de rendimiento, que beneficien a ambas partes.

## REFERENCIAS

- Artiba, P. A., & Riane, D. F. (2005). *Maintenance strategies and reliability optimization*. Recuperado el 28 de septiembre de 2018 <https://ebookcentral.proquest.com>
- Bernolak, I. (2009). *Succeed with productivity and quality: how to do better with less*. Recuperado el 25 de septiembre de 2018 from <https://ebookcentral.proquest.com>
- Cruelles, J. (2013). *Productividad e incentivos*. Mexico, D.F.: Alfaomega
- Dudbridge, M. (2011). *Handbook of lean manufacturing in the food industry*. Recuperado el 10 de octubre de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Hansson, H., Larsén, K., & Öhlmér, B. (2010). *Drivers and restraints for economically efficient farm production*. Recuperado el 11 noviembre de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>
- Halimatussa' diah, Parkhan, A., & Sugarindra, M. (2018). *Productivity improvement in the production line with lean manufacturing*. Recuperado el 17 de octubre de 2018 de <https://search-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/docview/2050568026?accountid=33194>
- Keyte, B., & Locher, D. A. (2016). *The complete lean enterprise: value stream mapping for administrative and office processes*. Recuperado el 1 de octubre de 2018 <https://ebookcentral.proquest.com>
- Ross, J. (2017). *Total Quality Management*. New York: Routledge. Recuperado el 1 de octubre de 2018 de <https://www.taylorfrancis.com/books/9781351407786>
- Socconini, L. (2014). *Certificación lean six sigma yellow belt para la excelencia en los negocios*. Recuperado el 29 de octubre de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>

Socconini, L. (2014). *Lean Manufacturing in the Developing World*. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>

Stephens, K. S., & Juran, J. (2004). *Juran, quality, and a century of improvement*. Recuperado el 1 de noviembre de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com>

The coca-cola company. (2014). *Clean in place system for beverage dispensers in patent application approval process*. Recuperado el 21 de noviembre de 2018 de <https://search-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/docview/1529264636?accountid=33194>

## **ANEXOS**

## PLAN OFENSIVO

F/O		O1	O2	O3	O4	O5	TOTAL	Posición
		El gobierno incentiva la inversión en los medios productivos para los pequeños y medianos empresarios.	Posibilidad de abrirse mercados en el resto de provincias del país	Con el acuerdo de UE la empresa va a tener mejores oportunidades para adquirir tecnología de punta	Resoluciones gubernamentales que van a incrementar las ventas en sectores específicos			
F1	Bajos precios	5	5	5	5		625	1
F3	La empresa tiene abierto mercado a nivel nacional en las principales ciudades del país	5	5	5	5		625	2
F4	Rápida respuesta ante las demandas del mercado	1	5	5	5		125	3
F5	Lealtad de los clientes	1	5	3	5		75	4
<b>TOTAL</b>		<b>25</b>	<b>625</b>	<b>375</b>	<b>625</b>			
<b>POSICIÓN</b>		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>			

## PLAN DEFENSIVO

D/A		A1	A2	A3	A4	TOTAL	Posición
		Fabricación de productos similares por parte de la competencia que son bien aceptados por los clientes	Costos de elevados de transporte y logística	Aparición de enfermedades endémicas que afectan a la calidad de la materia prima			
D1	No se estandariza adecuadamente el Know-How de la empresa ante la renuncia de empleados	5	1	1		5	3
D2	No se dispone de instalaciones que permitan el espacio adecuado para realización de los procesos de producción	3	1	1		3	
D3	No se conoce el costo real de sus productos	5	3	3		45	1
D4	No se cuenta con indicadores de gestión que muestren la productividad de la empresa para la toma de decisiones	1	1	1		1	
D5	Falta de disponibilidad de las máquinas por PARAS extendidas	4	5	1		20	2
<b>TOTAL</b>		<b>300</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>0</b>		
<b>POSICIÓN</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>			

**CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS**

Nombre del proceso:		Proceso de producción de la mayonesa		Responsable:		Gerente de producción	
Objetivo del Proc		Identificar y analizar las actividades de la producción de la mayonesa, basado en el ciclo PHVA					
Alcance:		El proceso se enfocará desde los planes anuales de compras, hasta los cálculos de productividad para la toma de decisiones					
PROVEEDOR	ENTRADA	CICLO	ACTIVIDADES		FRECUENCIA	SALIDA PREVISTA	CLIENTE
			ACTIVIDAD	RESPONSABLE			
Administración	Presupuesto general de la organización	P	Realizar el Plan anual de compras	Jefe de compras	Anual	Plan anual de compras	Dirección
Proceso de Gestión	Pólíticas de la empresa		Planificar ordenes de producción	Jefe de compras	Semanal	Planes de ordenes de producción	Logística
Planificación estratégica	Proceso de gestión		Planificar fechas de ejecución de los procesos	Jefe de compras	Semanal	Planes de procesos	Logística
Financiero	Plan de compras	H	Realizar las compras de los insumos y materias primas necesarias para la producción	Jefe de logística	Mensual	Insumos y materia prima	Compras
Producción	Plan de producción		Ejecutar los planes de producción establecidos para las distintas presentaciones de la mayonesa	Gerente de producción	Diario	Fichas de producción	Producción
Plan Logístico	Materia prima: aceite, agua, huevos, vinagre, mostaza y sal	Y	Producción de la mayonesa en fechas destinadas para la producción	Gerente de producción	Diario	Producto terminado	Producción
Producción	Insumos de empaquetado		Empacar y enviar el producto terminado a bodegas para su distribución	Gerente de producción	Diario	Producto embotegado	Producción
Dirección general	Análisis de mejora continua		Buscar planes de mejora a lo largo del proceso	Áreas gerenciales	Mensual	Planes de mejora	Producción
Dirección general	Pólíticas empresariales	A	Verificar los protocolos establecidos para los tiempos improductivos del proceso	Áreas gerenciales	Semanal	Tablas de tiempos improductivos	Producción
Planificación estratégica	Planes de calidad		Controlar de calidad del proceso y del producto	Jefe de Calidad	Diario	Tablas de calidad	Calidad
Planificación estratégica	Estudio de Productividad		Calcular y analizar datos de producción y productividad	Gerente de producción	Semanal	Herramientas de productividad	Dirección

**4.1.1.4**

Materiales	Tecnificar	Humanar	Económico	Léxico	Otro	Mantener	Guañar
Materiales de empaque, Materiales Primas, Materiales de transporte, Materiales de limpieza	Homeginizadores, marmitas, DoyPack, Ensachetadora, Embotelladoras de Vidrio	Personal capacitado en líneas de producción, en áreas de abastecimiento y producto terminado	Planes estratégicos de producción, costes de inversión, costes de desperdicios generados	Planes de abastecimiento, Generación de inventarios.		Procedimiento para evaluación, selección, seguimiento y reevaluación de proveedores productivos Manual de Buenas Prácticas en Compras Lista de proveedores aprobados	Registro de ingreso de mercancía

Registros de producción



## Toma de tiempos de actividades realizadas en los procesos de producción de mayonesa

PROCESO		Mezclado															Michael Coronel
No.	Elemento de trabajo	Hora análisis						10:30 - 15:00						Observador			Tiempo repetido mas bajo
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Abrir las tapas de los mezcladores	0,6	0,3	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,3	0,6	0,3	0,5	0,5	0,500
2	Verificar que la materia prima se ingreso uniformemente	0,23	0,13	0,15	0,17	0,23	0,18	0,15	0,15	0,16	0,1	0,14	0,14	0,15	0,15	0,17	0,150
3	Proceder a mezclar la materia prima en los mezcladores	9	10,14	11	11,55	10	9,45	10	10,05	9,45	11	10,3	9,25	10	9	9,59	10,000
4	Esperar hasta que la densidad y consistencia de los ingredientes sea la apropiada para ser enviada al homogenizador	3,45	4	3,33	3	4	3,56	3	4	3,01	3	4,3	3	3,02	3,18	4	4,000
Tiempos de ciclo																	14,650

PROCESO		Homogenizado															Michael Coronel
No.	Elemento de trabajo	Hora análisis						10:30 - 15:00						Observador			Tiempo repetido mas bajo
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Pasar materia prima desde los mezcladores al homogenizador	11,12	11,23	10,59	10,59	11,13	11,15	11,12	11,12	11,23	10,59	10,59	11,13	11,15	11,12	11,13	11,120
2	Tapar el homogenizador de tal manera que no escape presión de aire	0,43	0,58	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,55	0,48	0,66	0,48	0,48	0,27	0,23	0,22	0,480
3	Verificar que la máquina se encuentre correctamente asegurada	2,45	3,01	2,36	3,11	3,09	2,56	3	2,47	3	4	3,07	2,36	3,11	3,09	3	3,000
4	Homogenizado 15 min	15	15,3	15,2	15,2	15,3	15,2	15	15,3	15,2	15,2	15,3	15,2	15,3	15	15	15,200
8	Mediante bombeo enviar la mayonesa por tubos transportadores	1	0,98	0,96	0,98	1	0,98	1	1	0,98	1	1	0,98	0,98	1,03	1,11	1,000
Tiempos de ciclo																	18,680

PROCESO		Control de calidad															Michael Coronel
No.	Elemento de trabajo	Hora análisis						10:30 - 15:00						Observador			Tiempo repetido mas bajo
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Recoger muestra de 25 gr de los tanques colectores	0,53	0,49	0,5	0,53	0,52	0,55	0,47	0,56	0,48	0,5	0,52	0,51	0,53	0,49	0,56	0,530
2	Transporte al área de calidad	2,34	2,21	2,3	2,29	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,26	2,35	2,22	2,1	2,22	2,31	2,310
3	Análizar densidad de la mayonesa (0.91 gr/cm3)	2,01	2,15	2,12	2,14	2,09	2,15	2,09	2,12	2,15	2,15	2,12	2,15	2,09	2,12	2,12	2,150
4	Análizar Ph de la mayonesa (2.84 de acidez)	2,27	2,29	2,34	2,21	2,31	2,21	2,27	2,22	2,27	2,22	2,22	2,31	2,21	2,31	2,27	2,270
5	Análizar peso de la mayonesa (11.85 gr)	1,15	1,13	1,17	1,19	1,11	1,13	1,09	1,12	1,08	1,09	1,13	1,11	1,08	1,11	1,13	1,130
6	Llenar la hoja de registro del control de calidad realizado	3,15	3,16	3,22	3,2	3,22	3,19	3,15	3,23	3,25	3,19	3,22	3,22	3,22	3,23	3,15	3,220
Tiempos de ciclo																	11,610

PROCESO		Sellado															Michael Coronel
No.	Elemento de trabajo	Hora análisis						10:30 - 15:00						Observador			Tiempo repetido mas bajo
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Colocar el material de empaque en la máquina DoyPack	2,31	2,28	2,27	2,34	2,31	2,34	2,21	2,3	2,29	2,29	2,31	2,28	2,27	2,26	2,35	2,310
2	Llenado automático de producto en el material de empaque	0,61	0,5	0,4	0,43	0,46	0,5	0,48	0,4	0,61	0,4	0,39	0,39	0,37	0,53	0,6	0,400
3	Control de llenado en el empaque	1,13	1,09	1,12	1,08	1,09	1,13	1,17	1,19	1,11	1,13	1,11	1,08	1,11	1,13	1,15	1,130
4	Sellado automático en el material de empaque	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,400
5	Control del sellado del empaque	1,15	1,13	1,17	1,19	1,11	1,13	1,09	1,12	1,08	1,09	1,13	1,11	1,08	1,11	1,13	1,130
Tiempos de ciclo																	5,370

PROCESO		Pesado															Michael Coronel
No.	Elemento de trabajo	Hora análisis						10:30 - 15:00						Observador			Tiempo repetido mas bajo
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Recoger el producto sellado de la máquina	0,27	0,23	0,22	0,27	0,23	0,22	0,22	0,23	0,27	0,23	0,22	0,27	0,23	0,22	0,23	0,230
2	Identificar si el producto está correctamente sellado	1,15	1,13	1,17	1,19	1,11	1,13	1,09	1,12	1,08	1,09	1,13	1,11	1,08	1,11	1,13	1,130
3	Limpiar el producto	0,43	0,58	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	0,55	0,48	0,66	0,48	0,48	0,6	0,66	0,55	0,480
4	Colocar en la balanza cada producto	0,4	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,400
5	Identificar si el producto muestra el peso indicado para el envase	0,22	0,22	0,23	0,27	0,23	0,27	0,23	0,22	0,27	0,23	0,22	0,27	0,23	0,22	0,23	0,230
Tiempos de ciclo																	2,470

